STUDIER

OVER

JÆRNPRODUKTIONEN I JYLLAND

STUDIER

OVER

JÆRNPRODUKTIONEN I JYLLAND

MED NOGLE BEMÆRKNINGER OM
JÆRNUDVINDINGENS UDVIKLINGSGANG

AF

NIELS NIELSEN



ARNOLD BUSCKS BOGHANDEL
KØBENHAVN
1924

Denne Afhandling er af det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet kendt værdig til Forsvar for Doktorgraden.

Den 17. Marts 1923.

J. HJELMSLEV
DEKAN.

H. H. THIELES BOGTRYKKERI

FORORD

Nærværende Arbejde er for største Delen udført i Aarene 1918 til 1921 paa Elers Collegium, hvor jeg har haft ganske fortrinlige Arbejdsvilkaar. Det meste af Materialet har jeg selv indsamlet, men ved Imødekommenhed fra Nationalmuseets første og anden Afdeling og Mineralogisk Museum er jeg bleven i Stand til tillige at benytte det derværende Materiale. For den store Elskværdighed og Hjælpsomhed, jeg har mødt under mine Studier paa de nævnte Museer, takker jeg herved paa det bedste. Ligeledes takker jeg Industriraadets Studiekommission, som beredvillig har stillet det værdifulde og omfangsrige Materiale fra Myremalmundersøgelsen 1918 til min Disposition. For Udførelsen af Trækulanalyserne takker jeg Dr. phil. KNUD JESSEN, for de »petrografiske« Analyser Professor O. B. BØGGILD og mag. scient. KAREN CALLISEN, for Aldersbestemmelsen af Lerkarskaar Inspektør v. Nationalmuseet HANS KJÆR. Ligeledes takker jeg cand. mag. E. M. NØRREGAARD, cand. mag. JEAN ANKER og mag. art. V. HERMANSEN for den Assistance, jeg paa forskellig Maade har modtaget af dem.

Endelig kan jeg ikke undlade at takke alle de Mennesker, hvis Oplysninger har dannet en stor Del af Raamaterialet i denne Afhandling, alle de Præster, Lærere, Bønder o. s. v. som har hjulpet mig med at finde Jærnudvindingsstederne; jeg nævner i denne Forbindelse særlig Lærer RASMUS MORTENSEN i Lindeballe, som i en Del af det undersøgte Omraade har ydet mig værdifuld Hjælp.

KØBENHAVN, den 15. Februar 1924.

NIELS NIELSEN.

INDLEDNING.

JÆRNETS OPDAGELSE OG VANDRINGER.

Da Spanierne i 1492 ankom til Amerika forbavsedes de blandt andet over at se, at man i den ny Verden ikke kendte Jærn. Denne Iagttagelse er senere bleven bekræftet gennem mangfoldige andre Iagttagelser og Undersøgelser, og det har vist sig, at hele det amerikanske Dobbeltfastland ved Europæernes Ankomst var jærnløst. Senere Undersøgelser af Jærnets Udbredelsesforhold paa Økumenen har givet det Resultat, at Jærnet kun kendtes i Europa, Afrika og Asien, medens Australien, Melanesien, Polynesien og Amerika var jærnløse. Denne Hovedregel maa dog paa enkelte Punkter modificeres noget. For det første har man to Steder i Nordamerika kendt Jærnet, nemlig i Tolukadalen i Mexico, hvor Indianerne har forstaaet at fremdrage og forarbejde gedigent Jærn (Bech I 1892 p. 341), og langs Sydkysten af Alaska (Ratzel 1912 II p. 24); sandsynligvis har vi det sidste Sted at gøre med et Kulturlaan fra Østasien. — En anden Undtagelse fra Regelen er den, at visse af Randzonerne i Økumenens Jærngebet er jærnløse. Det gælder f. Eks. Kamchatka, Tschukterhalvøen, det nordligste Sibirien, det sydvestlige Hjørne af Afrika, og endelig kan Australien, Melanesien og Polynesien regnes for en saadan jærnløs Randzone af Jærngebetet.

Man anser med Rette Inddelingen i Jærnlande og jærnløse Lande for en af de mest betydningsfulde etnografiske

Afgrænsninger, idet Jærnet er et af de værdifuldeste menneskelige Kulturelementer. Det har derfor en betydelig Interesse at erfare, hvor og hvornaar Menneskene opdagede Jærnet og lærte at bruge det til Redskaber, men trods det, at der herom foreligger en meget omfangsrig Litteratur, er Materialet til en Vurdering af Problemerne i Virkeligheden utilstrækkeligt, og Diskussionen nærmer sig da ogsaa i visse Tilfælde til en Udveksling af Paastande, saa Spørgsmaalet kan langtfra siges at være løst. Visse Forskere hævder, at Jærnet er af polyfyletisk, andre, at det er af monofyletisk Oprindelse. Da Jærnet maa antages at være autochtont i Mexico, maa Opdagelsen jo i hvert Fald være sket to Steder, men Spørgsmaalet er, om man maa antage et eller flere Centre for Jærnets Udbredelse i det store Jærngebet, og dette staar foreløbig uafgjort hen. I nær Sammenhæng hermed staar Spørgsmaalet om Tiden og Stedet eller Tiderne og Stederne for Opdagelsen. Ved Studiet af disse Forhold har man dels anvendt historiske og dels arkæologiske Methoder, hvoraf navnlig de sidste kan opvise en Række udmærkede Resultater. En Kreds af Forskere, hvis mest kendte Repræsentant er Felix v. Luschan, antager, at Jærnets Opdagelse er sket i Afrika, og at Kendskaben til Jærnet derfra har bredt sig mod Nord og Øst (1909). Sophus Müller mener, at det er Landet mellem Mesopotamien og det sorte Hav, der er Jærnets Hjemsted (1897 p. 433). W. Belck kommer 1907—10 gennem et kritisk Studium af Bibeltexter til det Resultat, at det er Filistrene, der har opdaget Jærnet, og i Tiden fra 1250 til 1000 f. Chr. skulde Teknikken saa være overført til Jøderne; det er meget sandsynligt, at Jøderne har lært Jærnet at kende gennem Filistrene, men der er i Virkeligheden ingen Holdepunkter for, at Jærnet skulde være ældre hos Filistrene end hos Ægypterne, tværtimod, og i sit sidste Arbejde over Æmnet (1910), maa Forfatteren da ogsaa til at »korrigere« sin Theori paa den Maade, at han ikke længere antager

Filistrene som Jærnets Opdagere, men til Gengæld som Opfindere af Staalteknikken. — Langt det værdifuldeste Bidrag til Forstaaelsen af disse Forhold er givet af Oscar Montelius, hvis mangeaarige og omfattende Studier er offentliggjort i en lang Række Arbejder, hvoraf de sammenfattende Resultater findes i Afhandlingen: »När började man almänd använde järn« (Fornvännen 1913, Prähistorische Zeitschrift 1913). Montelius har her ud fra sin omfattende arkæologiske Viden med Klarhed og skarp Skelnen mellem væsentligt og uvæsentligt, givet en Oversigt over Jærnets Vandringer i den nordvestlige Del af Jærngebetet, der staar som det betydeligste Bidrag til Jærnets ældre Udviklingshistorie. Som Titelen siger, er det Tidspunktet for den almindelige Anvendelse af Jærnet, Montelius vil bestemme, men han meddeler tillige en Række Oplysninger angaaende de ældste Jærnfund fra forskellige Dele af det betragtede Omraade. For Ægyptens Vedkommende regner Montelius, at den almindelige Anvendelse af Jærn tager sin Begyndelse paa Ramses II's Tid altsaa i det 13. Aarhundrede. De ældste Jærnfund i Ægypten er langt ældre, og man maa med Olshausen (1907 Zeitschrift f. Ethnologie Bd. 39 p. 373) antage, at Ægypterne kendte Jærnet allerede ved Aar 2800 f. Chr. Ruinfundene i Chaldæa, Assyrien og Syrien indeholder først Jærn i større Omfang ved Aar 1000 f. Chr. I Grækenland begynder Jærnalderen først i Løbet af den geometriske Tid, som regnes at begynde i det 12. Aarhundrede. — I Italien anvendes og fremstilles Jærn allerede i det 12. Aarhundrede, man har nemlig fundet Jærnslagger sammen med senmykeniske Lerkar. — I Løbet af et Par Hundrede Aar vandrer Jærnet saa op gennem Italien; til Mellemeuropa naar det i det 10. Aarhundrede og bliver almindeligt i det 9. Aarhundrede, i Hallstattperioden. Paa de britiske Øer begynder Jærnalderen allerede omkring 800 f. Chr. — Det ældste skandinaviske Jærnfund daterer Montelius til 1100 f. Chr. Fra det 10., 9. og 8. Aarhundrede har

man flere Jærnfund i Skandinavien, men først omkring Aar 700 f. Chr. optræder Jærnet saa almindeligt, at man kan tale om en Jærnalder.

Angaaende Jærnets Vandringer i andre Egne af Jærngebetet vides praktisk talt intet. Arkæologiske og historiske Undersøgelser i Østasien vil dog sikkert paa dette Punkt bringe interessante Oplysninger. At Jærnet i hvert Fald optræder tidligt i Østasien, fremgaar deraf at man i Shu King, Kinesernes gamle Historiekronik træffer Angivelser af Jærn og Staal som Tribut allerede under Hia-Dynastiet 2203—1766 f. Chr. (Olds. Oversættelse 1904 p. 48).

Ved Løsningen af Spørgsmaalet om Sted og Tid for Jærnets Opdagelse vil man altsaa hovedsageligt være henvist til arkæologiske Methoder, men ogsaa historiske Methoder vil kunne give Bidrag; de historiske Overleveringer maa dog anvendes med megen Kritik, f. Eks. bør der advares imod at lægge for megen Vægt paa de mange mere eller mindre sagnagtige Beretninger om Jærnets Opdagelse og den første Smed.

Forskningens nuværende Standpunkt kan sammenfattes i følgende: To Steder i Jærngebetet kan vi følge Jærnet 4—5000 Aar tilbage, nemlig i det mediterrane og i det kinesiske Kulturomraade, og forøvrigt er Anskuelserne stærkt divergerende og usikre.

ALMINDELIG DEL.

1. ANVENDELSE AF GEDIGENT JÆRN, OVERGANGEN TIL MALMREDUKTION.

Man antager almindeligt, at Menneskene først lærte det gedigne, meteoriske eller telluriske Jærn at kende, eller muligvis metallisk Jærn opstaaet ved Brande i jærnførende Kullejer (jfr. Rogers 1917 p. 10), og at de derefter paa en

eller anden Maade opdagede, at det kan fremstilles ved Reduktion af Malme.

Flere forskellige Grunde taler for denne Udviklingsgang. For det første er en Anvendelse af gedigent Jærn ret nærliggende, naar man i Forvejen kender gedigent Kobber, for det andet maa Anvendelsen af gedigent Jærn anses for en langt mere simpel Proces end den i Virkeligheden indviklede og besværlige Fremstilling ved Malmreduktion, men langt vigtigere er det, at man faktisk kender en Række Eksempler paa Anvendelsen af gedigent Jærn. Ovenfor er omtalt Indianernes Brug af gedigent Jærn i Tolukadalen i Mexico; noget tilsvarende kendes fra Kap York, fra Senegal, fra Sydafrika, fra Madagaskar og endelig fra den alaseyiske Bjærgryg i Sibirien, hvor Jakuterne skal have brudt og bearbejdet det gedigne Jærn i ret stort Omfang (Beck I p. 27). — For Mexicos Vedkommende er vi nødt til at antage, at Jærnanvendelsen er et autochtont og primitivt Fænomen, men med det sædvanlig anførte Eksempel, nemlig Grønlændernes Brug af Jærn forholder det sig maaske paa en noget anden Maade; der er nemlig den svage Mulighed, at de kan have lært Jærnet at kende hos Nordboerne (Solberg 1907 p. 54), og Steensbys neoeskimoiske Theori aabner den interessante Mulighed, at Eskimoernes Kendskab til Jærnet kan være et Kulturlaan fra Østasien (Steensby 1917 p. 216), og deres Udnyttelse af det gedigne Jærn kan saaledes være et afledet Fænomen, en Udnyttelse af det heldige Forhold, at de har det gedigne Jærn (Bøggild 1905 p. 11), i Forbindelse med en Tilpasning til Overvindelse af det højst uheldige Forhold, at de mangler Brændsel til en Malmreduktion. — Naar man træffer en Anvendelse af gedigent Jærn, kan man saaledes ikke uden videre gaa ud fra, at det er et oprindeligt Fænomen, men Eksemplet fra Mexico viser, at Muligheden er til Stede, og dermed stiger Sandsynligheden for den Antagelse, at Menneskene begyndte med at anvende gedigent Jærn.

Da gedigent Jærn imidlertid kun forekommer ret sjældent og oftest vanskeligt tilgængeligt, kan der i hvert Fald kun bygges en rent lokal Jærnalderkultur paa det, og en udbredt Jærnalderkultur bliver først mulig i det Øjeblik, man lærer at fremstille Jærn ved Reduktion af Malme (Montelius 1913 p. 293).

Denne Overgang, som er af den allerstørste kulturelle Betydning, er vanskelig at forstaa, og det sandsynligste er maaske nok, at den beroer paa et rent Tilfælde. Man kunde tænke sig en Anvendelse af Brunjærnsten, f. Eks. Myremalm til Opførelse af et Ildsted. Hvis der anvendes Blæser paa Ildstedet, er der en Mulighed for en begyndende Reduktion eller i hvert Fald en Sammensintring og begyndende Smeltning af Malmen, og en saadan sammensintret Masse, som vi kender saa godt fra de senere Lavovne, henleder ved sin hele Habitus Tanken paa Jærn og kan have foranlediget, at man erkendte, at Jærn og Brunjærnsten har noget med hinanden at gøre, og kan have givet Stødet til Eksperimentet at anbringe Jærnmalm i Ilden.

Af en saadan med de simpleste Midler foretaget Reduktionsproces faar vi et Billede gennem Nutidsiagttagelse fra Afrika af Kollmann (1898 p. 34). Han iagttog i Egnene vest for Victoria Nyanza i Landskabet Karagwe en Jærnudvinding, som fandt Sted paa den Maade, at Malmen blev knust, blandet med Trækul og lagt i en Dynge oven paa Jorden; derefter tændte man op, og ved en kraftig Anvendelse af flere Blæseindretninger fik man en Sammensintring og en højst ufuldstændig Reduktion, hvorved der dannedes spredte Jærnkorn i en langt større Slaggemasse. Ved en møjsommelig Efterbehandling opnaaede man saa at fjerne i hvert Fald det meste af Slaggen og at faa disse Jærnkorn til at samle sig. Methoden findes kun hos nogle faa Stammer. Grunden til, at vi maa anse denne Teknik for mere primitiv end nogen anden hidtil kendt, er den, at enhver Antydning af en Ovn mangler; ved alle andre iagttagne

Methoder træffer vi Ovnforanstaltninger, d. v. s. Foranstaltninger til Formindskelse af Varmeafgivelser og Omgivelserne, her er der intet af den Slags, Blandinger af Malm og Trækul lægges i en Dynge paa Jorden, med andre Ord Methoden er saa primitiv som vel muligt, og vi maa tænke os, at Menneskenes første Forsøg med Ophedning af Jærnmalm har formet sig omtrentlig paa den Maade.

2. JÆRNFREMSTILLINGSTEKNIKKENS UDVIKLING.

Den naturlige Form for en Fremstilling af Jærnudvindingsteknikkens Udvikling vilde være at gaa frem i kronologisk Orden, se hvilke Former der er de ældste, og saa følge Udviklingen gennem Tiderne ved Hjælp af arkæologiske og historiske Methoder, men en saadan Fremgangsmaade maa desværre opgives paa Grund af Materialets Ufuldstændighed og paa Grund af Vanskelighederne ved en nøjagtig Tidsbestemmelse for de ældre Formers Vedkommende. Vi tvinges derved til at gaa frem paa en anden Maade, og den Methode, som her naturligt frembyder sig, er at samle saa stort et Materiale som muligt angaaende Jærnudvindingsmethoder i det hele taget saavel recente som uddøde Former, for ved et Studium af disse at naa til Klarhed over, hvilke Karakterer der er primitive, og hvilke der ikke er det, og derigennem fastslaa, hvilke Former der udviklingsmæssig set er de ældste.

Vort vigtigste Materiale til Forstaaelse af primitiv Jærnteknik er dels det arkæologiske Materiale og dels et stort Stof, som er samlet af Ethnografer og Ethnologer hos Folk i Asien og Afrika, hvor Kulturudviklingen har været forholdsvis langsom, og hvor de mere primitive Udviklingsmethoder som Følge deraf er bevaret op i vor Tid. Men her saa vel som i Europa gælder det, at vi ikke blot maa have Opmærksomheden henvendt paa de herskende Jærnudvindingsformer, men tillige paa Reliktformer, som netop for Forstaaelsen af Teknikkens Udvikling spiller saa over-

ordentlig vigtig en Rolle. — De historiske Methoder spiller en betydelig Rolle ved Forstaaelsen af de senere Stadier af Teknikkens Udvikling, men er meget usikre, naar vi kommer længere tilbage, et typisk Eksempel i saa Henseende er de omtalte Arbejder af W. Belck (1907, 08, 10).

De tekniske Fremskridt ved Fremstillingen af Jærn gaar ud paa en Forbedring enten af Malmanvendelsen, af Brændselsanvendelsen eller af Ovnformerne, og det viser sig, at disse 3 Sider af Jærnteknikkens udvikler sig nogenlunde uafhængig af hinanden saa det vil være praktisk at betragte dem hver for sig.

a. Udviklingsgangen i Anvendelsen af de forskellige Malme.

Langt den største Del af Jordens Jærn forekommer i Forbindelser, og Antallet af jærnholdige Mineraler er ret betydeligt, men kun et Mindretal af disse er af en saadan Beskaffenhed, at de med Fordel kan anvendes til Fremstilling af metallisk Jærn. I Reglen anvendes kun følgende 4 Forbindelser som Malme, Ilterne: Magnetjærnsten og Jærnglans, det vandholdige Ilte: Brunjærnsten og endelig Karbonatet.

Den først anvendte af disse Malme har sikkert været Brunjærnsten i dens forskellige Former, og det ligger nær at antage, at det er den let tilgængelige og særdeles udbredte Myremalm eller de dertil svarende lateritiske Malme, som har dannet Grundlaget for Menneskenes første ubehjælpsomme Forsøg paa at fremstille Jærn ved Reduktion.

At det netop er Myremalmen eller en dermed nær beslægtet Malm, som har givet Stødet til, at Menneskene kom paa Spor efter Jærnudvindingens Hemmelighed, er oven i Købet meget sandsynligt. Den er nemlig navnlig efter nogen Ophedning meget porøs, noget der i høj Grad befordrer Reduktionsprocessen; tillige fortjener den Omstændighed at omtales, at dens Urenheder, som i Nutiden er en betydelig Gene, paa dette primitive Stadium var en uvurderlig

Fordel, fordi de virkede som Tilslag og gjorde Slaggen letflydende. Til disse noget teoretiske Overvejelser kommer det faktiske Forhold, at Myremalmen eller dermed beslægtede Malme, saavidt mig bekendt, bruges ved alle de mest primitive Udvindingsmethoder, man kender, og selv om det i og for sig ikke siger noget absolut afgørende om, hvilken Jærnmalm der allerførst blev anvendt, saa maa det dog alligevel, de ovenanførte Betragtninger iberegnet, anses for højst sandsynligt, at den først anvendte Jærnmalm var en Form for Brunjærnsten, muligvis Myremalmen. Overgangen til Anvendelsen af Jærnspat og navnlig Jærnglans og Magnetjærnsten er ikke, som man kunde vente, knyttet til tekniske Fremskridt af anden Art, bestemte Ovntyper, bestemte Brændselsfremskridt eller deslige. — Til Belysning af dette Forhold kan bl. a. anføres, at Myremalm og Sømalm anvendes visse Steder i den moderne europæiske Teknik til Fremstilling af Raajærn i Højovne. Det er bl. a. Tilfældet i Sverrig og i Tyskland, hvor en Del Ovne arbejder udelukkende paa disse Malme (Nørregaard 1916, Gäbert 1915), medens paa den anden Side Jærnglans og Magnetjærnsten træffes anvendt i ret primitive Lavovne, dels her i Europa i de romerske Ovne og dels i Afrika (v. Luschan 1909) og Indien (Beck I p. 231). Overgangen sker i det store og hele ret sent, hvilket har sin Grund deri, at de rene Ilter er i høj Grad stedvise i deres Optræden, saa deres Anvendelse fordrer bl. a. et stærkt udviklet Transportvæsen; endvidere fordrer de et stort Arbejde saavel ved Brydningen som ved Sønderdelingen, og endelig kommer dertil, at de paa Grund af deres kompakte Form kræver højere Temperatur end Myremalmen, og hvad der maaske er det vigtigste, at et Tilslag af slagge-dannende Bestanddele er nødvendigt, hvis Processen skal forløbe nogenlunde gunstigt. Overgangen fra Brunjærnstenen specielt Myremalmen til Karbonatet og de rene Ilter er et af de nødvendige Led i Udviklingen af den moderne Masseproduktion af Jærn,

fordi Myremalmslejerne er relativt smaa, medens Ilterne findes i Lejer af et uhyre Omfang; til Gengæld er Antallet af Lejer ringe i Sammenligning med Antallet af Brunjærnstenslejer, og dette er en af Grundene til, at Jærnudvindingen gaar fra at være en udbredt Smaaindustri til at være centraliseret Storindustri. En saadan Centralisering kendes i Særdeleshed fra den moderne europæiske Jærnproduktion, men tillige fra Afrika (v. Luschan 1909) og fra Kina (Richthofen Bd. II p. 477), hvor Produktionsstederne er geografisk betinget, dels ved Forekomsten af rige og uden Tilslag anvendelige Malme, dels ved Forekomsten af Antracit, og dels ved Beliggenheden af de gamle Trafikaarer.

b. Udviklingsgangen i Anvendelsen af de forskellige Brændselssorter.

Brændselet, som skal bruges til Jærnudvinding, maa være rent, endvidere maa det udvikle stærk Varme og være tilstrækkeligt haardt til at kunne taale Trykket af overliggende Malmmasser uden at knuses, da Trækket i Ovnen derved vilde vanskeliggøres.

Trækul er navnlig paa Grund af sin Renhed og Letantændelighed det ideelle Brændsel. Det danner Grundlaget for alle primitive Jærnudvindingsformer, men hvis et Omraade skal producere Jærn i større Omfang ved Hjælp af Trækul vil det uværgerlig medføre Forhugning af Skovene, og man staar da overfor Nøvendigheden af at gaa over til Anvendelsen af fossilt Brændsel. Man har her forsøgt to Muligheder nemlig bituminøse Stenkul og Antracit. Den sidste er anvendelig i sin naturligt forekommende Form, og Overgangen til dette Brændsel er sket dels i Kina paa et ubekendt, men antagelig tidligt Tidspunkt (Richthofen II p. 436 og 477) og dels i Nordamerika (Russel Smith 1908 p. 49) omkring Aar 1840. Længe før havde Forholdene i England udviklet sig saaledes, at man nødvendigvis maatte søge over til Anvendelsen af fossilt Brændsel. De bitumi-

nøse Stenkul, som paa dette Tidspunkt, Begyndelsen af det attende Aarhundrede, havde været kendt og anvendt til andre Ting ca. 200 Aar, blev naturligvis forsøgt, men viste sig uanvendelige, fordi de under Forbrændingen brændte sammen til en blød Masse, som paa forskellig Maade generede Processen; men Forholdene var som sagt ganske uholdbare, fordi Trækultilførslerne langt fra var tilstrækkelige, og den britiske Jærnproduktion gik ned med rivende Hast. 1650 var der ca. 300 Jærnovne. 1740 kun 59, som kun fremstillede to Femtedele af Landets Forbrug, men saa fandt Darby i 1740 paa at anvende Koks i Højovne, et Fremskridt, som blev af den allerstørste Betydning, i første Omgang for den britiske Jærnproduktion, som i Løbet af et halvt Hundrede Aar bragtes saa stærkt i Vejret, at England blev førende paa Jærnmarkedet, og dernæst for hele den øvrige Verdens Produktion, idet Antracitmængden er for ringe til i Længden at kunne slaa til, og Anvendelsen af Koks er saaledes bleven en anden af de Hovedpiller, hvorpaa den moderne Masseproduktion af Jærn og senere Staal hviler.

Ganske ejendommeligt er det at se, at Udviklingen af Brændselteknikken i Kina fuldkommen uafhængig af den europæiske er gaaet ad ganske de samme Veje som denne, omtalt er Anvendelsen af Antracit, som sandsynligvis er meget gammel, og begrundet ved de i Kina paa Grund af den tætte Befolkning allerede tidligt indtrædende store Brændselsvanskeligheder. Endvidere har man opdaget Koksens Brugbarhed, sandsynligvis langt forud for Tidspunktet for denne Opdagelse i Europa, i hvert Fald anvender man Koksene i stor Stil i Ovne af udpræget kinesisk Type og man har tillige en højt udviklet stærkt særpræget Teknik til Fremstilling af Koksene. Allerede Richthofen omtaler Anvendelsen og Tilberedningen af Koks (Bd. II p. 535), og Lux giver (1912) en af Fotografier ledsaget, udførlig Beretning om denne gamle kinesiske Virksomhed.

I Amerika blev man paa Grund af Skovrigdommen og paa Grund af det uheldige Forhold, at de dengang kendte Kullejer og Jærnlejer ikke ligger i Nærheden af hinanden staaende ved Trækuldriften til omk. 1850, derefter gik man som nævnt en kort Tid over til Anvendelsen af Antracit, men nu bruges udelukkende Koks.

Enkelte Steder i Europa, f. Eks. i Sverrig findes Trækuldriften endnu begrundet paa Landets Rigdom paa Træ og Fattigdom paa fossilt Brændsel, men i Løbet af en ikke fjern Fremtid kan man sandsynligvis med Fordel anvende Træet til andre Formaal end Forkulning, og man har da ogsaa set sig om efter en anden Udvej. Dels anvender man i ret høj Grad engelske Koks, men tillige har man haft Opmærksomheden henvendt paa den betydelige Brændselsmængde, som henligger i Landets Tørvemoser, og det synes som om Tørvekul i hvert Fald til dels kan erstatte Trækul i Højovne, og derfor er man i den nyeste Tid begyndt at arbejde med Spørgsmaalet, selv om det endnu er langt fra at være løst (Nyström 1909).

Her i Landet har Spørgsmaalet om Anvendelsen af Tørvekul i Højovne spillet en betydelig Rolle ved de Bestræbelser, der fra Tid til anden har været i Gang for at skabe en dansk Jærnproduktion paa Grundlag af Myremalm. Særlig Omtale fortjener de Forsøg, som blev anstillet i Efteraaret 1842 efter S. G. Forchhammers energiske Propaganda for Sagen. Forsøget blev udført ved en Højovn, som nogle Aar før var opført ved Rendsborg, med Myremalm fra Silkeborgegnen og Trækul sammesteds fra. B. S. Jørgensen blev først sendt til Udlandet for at studere Tørveforkulning og Højovnsdrift, et Resultat af disse Studier er Afhandlingen: Om Tørveforkulning med specielt Hensyn til Danmark (Vid. Selsk. Skr. 1846). I Sommeren 1842 blev der dernæst indkøbt 12,200 Lpd. Myremalm og 2,030 Tdr. Tørvekul i Silkeborg, begge Dele prammedes ned ad Gudenaaen til Randers og besørgedes derfra videre til

Rendsborg, hvorpaa Forsøget d. 16. Sept. tog sin Begyndelse. Man opvarmede Ovnen med det sædvanlige Brændsel, Trækul, tilsatte Malm og lod saa i Løbet af nogle Dage Tørvekul udgøre en større og større Procentdel af Brændselssatsen, og man naaede til $^{2}/_{3}$ Tørvekul og $^{1}/_{3}$ Trækul, men saa indtraadte der Raagang i Ovnen, Malmsatsen maatte formindskes, Tørvekullenes Mængde nedsættes, og da Ovnen nogle Dage efter var kommen paa fuld Sats var Tørvekullene slupne op, og Forsøget havde altsaa ikke vist noget. — Man prøvede senere den jydske Malm med Trækul, den gav $26^{1}/_{2}$ % Jærn. — Resultatet blev i hvert Fald, at den paatænkte Højovn ved Silkeborg, hvor der med Forchhammers Ord var følgende gunstige Betingelser: »Træ, Tørv, Malm, en hidtil ubenyttet Vandkraft og en sejlbar Flod«, ikke blev til noget. En udførligere Fremstilling af disse interessante Forhold findes i C. Nyrop: Dansk Jærn (Historisk Tidskrift 1877—78).

c. Blæsernes Udviklingsgang.

Som vi senere skal se, gives der Jærnovne, hvor Reduktionen finder Sted uden Anvendelsen af Blæseindretninger, idet man nøjes med den naturlige Lufttilførsel; nu kunde man maaske fristes til den Antagelse, at vi her havde at gøre med en Udvindingsform, der var endnu mere primitiv end den af Kollmann iagttagne, der udmærker sig ved, at der anvendes Blæser, men at enhver Ovnforanstaltning mangler. Dertil maa imidlertid bemærkes for det første, at Blæseindretningen efter alt, hvad der foreligger, maa antages at være et meget gammelt Kulturelement, og for det andet, at de Ovne, hvor vi mangler Blæseindretninger i andre Henseender er alt andet end primitive, medens vi til Gengæld træffer Blæseindretninger hos alle de lavest-staaende Ovntyper, vi kender. Vi kommer altsaa til det Resultat, at Mangelen af Blæseindretning ikke er et oprindeligt Forhold, men er afledet, og at Menneskenes første

Forsøg paa at udvinde Jærn af Malm har været understøttet af Blæseindretninger. Disse primitive Blæseres Konstruktion ved vi intet om; det arkæologiske Materiale er højst ufuldstændigt og indskrænker sig i Regelen til nogle forslakkede Tude af Ler, saakaldte Forme, (lat. foramina), som har siddet inde i Ilden, og de viser selvfølgelig intet om selve det luftgivende Apparats Indretning. Vi maa her som andetsteds betragte de recente Former af primitiv Natur og ad den Vej søge en Forstaaelse af Udviklingsgangen. Med Hensyn til Materiale maa jeg henvise til Beck, Bd. I, Bd. II p. 126 og IV p. 310, Ankermann 1905 og v. Luschan 1909. — Beck meddeler forskellige Steder efter andre Forfattere en Del Beskrivelser af Blæseindretninger, men foretager ikke og har forresten heller ikke Materiale nok til at foretage en systematisk Bearbejdelse af dette Stof. En saadan bliver først mulig gennem et Studium af den afrikanske og indonesiske Blæserteknik, som paabegyndes af Frobenius 1904 og Ankermann 1905 og fuldendes af v. Luschan 1909 i det overmaade interessante Arbejde, Eisentechnik in Afrika.

Ankermann opstiller for Afrikas Vedkommende 2 Typer, nemlig Skaalblæseren, som bestaar at en Skaal af Ler eller Træ, som foroven er overtrukket med et Stykke Skind eller et Bananblad (Schweinfurth 1874 p. 294), og »der Schlauchblasebalg«: Dyrehudsblæseren, der som Navnet siger, er dannet af en Dyrehud. Luftfyldingen sker gennem en Revne, som kan aabnes og lukkes med to Træstykker. I Forekomsten og Udbredelsen af de to Blæsertyper vil Forfatteren se en Sandsynliggørelse af, at Afrika har faaet Jærnteknikken udefra, og ad to forskellige Veje, hver med sin Blæsertype. v. Luschan vil ikke anerkende Theorien, men kan paa den anden Side ikke fremføre Argumenter, som gør den uholdbar. — v. Luschan bibeholder Inddelingen: Skaalblæsere og Dyrehudsblæsere, men føjer dertil Pumpe blæseren, der bestaar af et Rør med et Stempel, der kan forskydes op og ned, og Bælgeblæseren, som udmærker sig

ved at bestaa af en sammen-skydelig Bælg, udspændt med Træringe. Alle de 4 Former bruges næsten altid parvis, hvorved man opnaar en langt jævnere Luftstrøm end ved den enkeltvise Anvendelse.

Skaalblæseren kendes i Nutiden fra store Dele af Afrika, hvor den i Regelen bevæges med Hænderne, Luftfyldningen sker gennem Utætheder ved Overbindingen; endvidere er den afbildet paa gamle ægyptiske Tegninger, hvor den trædes. Den samme Arbejdsmaade findes recent i Indien, den er der kombineret med en ejendommelig Ventilindretning, idet Træderen ved Nedtrædningen med sin Hæl lukker for et Hul, beliggende centralt i den overspændte Hud, som derefter trækkes i Vejret af en Snor og en bøjet Bambusstang og fyldes med Luft, naar Manden fjerner sin Hæl (Beck I p. 237—38). Russegger (1844) fandt i Kordofan en lignende Ventilindretning. Her sker Lukningen med Haandfladen. Dyrehudsblæseren findes over store Dele af Afrika, Indien og Indonesien og er med Zigeunerne spredt ud over Europa og Vestasien. Pumpeblæseren findes i Indonesien, Bagindien og Kina (v. Luschan 1909, Beck I p. 338, Lux 1912). En svensk Pumpeblæser er afbildet af Grabe (1922 fig. 9). Bælgeblæserne findes i Afrika, men kun i Togo, og er muligvis et europæisk Kulturlaan, endvidere kendes Bælgeblæsere fra Kina (Richthofen II p. 477). Hos de europæiske Folk træffer man i Middelalderen hovedsagelig de egentlige Bælgeblæsere, man formoder, at man i Oldtiden har anvendt Dyrehudsblæsere, men denne Formodning støtter sig mig bekendt ikke paa Fund, men er opstaaet ved Betragtning af de ovenomtalte afrikanske Forhold.

Hvorledes Aldersforholdet og den genetiske Sammenhæng mellem disse 4 Former egentlig er, er vanskeligt at faa en Forstaaelse af. Bælgeblæseren maa anses for at være den yngste, Pumpeblæseren synes at være af indonesisk Oprindelse, men om Skaalblæseren eller Dyrehuds-

blæseren i den vestlige Del af Jærngebetet maa anses for at være ældst, kan i hvert Fald ikke i Øjeblikket afgøres.

Haanddrevne Pumpe- og Bælgeblæsere kan udvikles til at yde ret store Præstationer; dette gælder f. Eks. visse malayiske og kinesiske Pumpeblæsere, og det gælder navnlig de store kinesiske Bælgeblæsere, som trækkes af 2—4 Mand (Richthofen II p. 477), men det er dog et meget stort Fremskridt, den europæiske Blæserteknik gør ved at gaa over til Anvendelsen af Vandkraft. Det medfører nemlig Muligheden af at gøre Ovnene betydelig større og Blæsten stærkere, og betinger derved en Højovnsdrift i større Omfang. Med Hensyn til Beliggenheden af Ovnene medfører det den Forandring, at de flyttes fra Højderne ned til Vandløbene, og Betegnelsen Jærnmøller anvendes om Jærnværker med Vandkraft. Hvornaar denne Overgang fandt Sted er vanskeligt at sige, alene af den Grund, at den er gradvis og til højst forskellig Tid de forskellige Steder i Europa. Beck mener, at Overgangen fandt Sted ved Udgangen af det 14. Aarh., og det passer sikkert i den Betydning, at det var paa det Tidspunkt, man almindeligt gik fra haanddrevne til vanddrevne Blæsere i Mellemeuropa, men vanddrevne Blæsere fandtes utvivlsomt længe før, jfr. at Sorø Kloster 1197 havde en »molendinum ubi fabricatur ferrum«, beliggende ved Toaker syd for Varberg i Halland skænket af Absalon (Langebek 1758 p. 401—03), og man har fremsat den Paastand (Johannsen 1916), at allerede Romerne har anvendt Vandhjul til Drift af Blæsere; paa den anden Side træffer man en udbredt Anvendelse af haanddrevne Blæsere i Skandinavien til ind i det 19. Aarh. — Senere anvender man selvfølgelig Dampkraft til Blæserne, som efterhaanden gøres større og større, samtidig med at Ovnene vokser i Størrelse, men Udviklingen er ganske kontinuerlig og uden Spring indtil 1829. Da skete der det, at Englænderen S. B. Neilson fandt paa at ophede Blæseluften, noget der hurtig viste sig at være et mindst lige saa be-

tydningsfuldt Fremskridt som Overgangen til Vandkraft, idet man derved bragte Højovnens Ydeevne op til det dobbelte, og denne Produktionsforøgelse var netop paa det Tidspunkt af stor Betydning, fordi der i de følgende Aar stilledes stærkt stigende Fordringer til Jærnproduktionen grundet paa, at forskellige vigtige tekniske Fremskridt var under Udbredelse. Ejendommeligt nok har de Indfødte i Peru i mange Aarhundreder anvendt ophedet Blæseluft, ikke til Jærnfremstilling, men til andet Metalarbejde. Ophedningen skete ved, at man anbragte glødende Kul paa selve Blæserøret lige ved dettes Indmunding i Ovnen (Russel Smith 1908 p. 49).

Blæseindretningernes Udviklingsgang er altsaa i Hovedtrækkene følgende. Som de ældste Former maa anses Skaalblæseren og Dyrehudsblæseren, som antagelig er anvendt under Menneskets første Forsøg paa at fremstille Jærn. Senere Former er Pumpe- og Bælgeblæseren. Stor Betydning har Indførelsen af maskinel Drivkraft (Vand- og Dampkraft), og som den sidste væsentlige Forbedring kommer saa Ophedningen af Blæseluften.

d. Jærnovnenes Udviklingsgang.

Indledning.

Ved en Redegørelse for Ovnformernes Udvikling er det som ved enhver Bearbejdelse af et Stof af fundamental Betydning, at Nomenklaturen er i Orden, d. v. s., at man afgrænser de Begreber, man opererer med, saa skarpt som muligt; at man tillige under Fremstillingen maa fastholde disse Begreber med den i Definitionen givne Begrænsning, er en absolut Nødvendighed.

Disse Betragtninger skulde synes saa selvfølgelige, at det maatte være overflødigt at fremkomme med dem i denne Sammenhæng, men det er desværre langt fra Tilfældet. I Afgrænsningen af Begreberne møder vi i Litteraturen megen

Usikkerhed, dels fordi det samme Navn hos forskellige Forfattere dækker over Begreber af forskellig Afgrænsning, og dels fordi man ikke engang hos den samme Forfatter finder en konsekvent gennemført Afgrænsning. Grunden til dette besværlige og graverende Misforhold maa for en væsentlig Del søges i den Omstændighed, at de Mænd, der har arbejdet med Spørgsmaalet, er saa vidt forskellige, hvad Uddannelse og Undersøgelsesmethoder angaar. Vi træffer Bidrag for Teknikere, Kemikere, Ethnologer, Historikere, Geografer, Opdagelsesrejsende o. s. v., hver for sig repræsenterende Synspunkter og Forskningsmethoder, som er nødvendige, hvis Helhedsopfattelsen skal blive nogenlunde fyldestgørende, men det viser sig Gang paa Gang, at selv om en Mand er fuldtud paalidelig inden for sin tilvante Forestillingskreds og Arbejdsmethode, saa glipper det, saa snart han tvinges derudover, og selv om man i de senere Aar blandt tyske Videnskabsmænd træffer alvorlige Bestræbelser for at komme ud over disse Vanskeligheder, er der endnu megen Usikkerhed i Anvendelsen af Grundbegreberne, og naar vi kommer til Forhold af mere speciel Natur, er Terminologien ikke saa lidt forvirret.

Foruden denne Kritik af Beskrivelsen maa der tillige anlægges en Kritik af selve Iagttagelsen. For det første er der den Mulighed, at Iagttagelsen er forkert, og endvidere den, at Iagttagelsen som saadan er god nok, men Beskrivelsen af den mangelfuld, hvilket i en Mængde Tilfælde kan føres tilbage til manglende Forstaaelse af Nødvendigheden af en gennemført Nøjagtighed i Terminologien.

Som vi saa, maa man antage, at Menneskenes første Forsøg paa at udvinde Jærn ved Reduktion af Malme er foregaaet paa flad Jord uden Anvendelse af Ovne, men man har sikkert hurtigt lært at formindske Varmeafgivelsen til Omgivelserne ved Beskyttelsesforanstalninger, og derved kommer vi ind paa det meget vigtige Afsnit af Jærnteknikkens Udvikling, som omfatter Ovnenes Former gennem

Tiderne. Alle Ovne til Fremstilling af Jærn vil vi kalde Jærnovne. Af disse har vi en Mængde forskellige Typer, som imidlertid kan indordnes i Underafdelinger efter visse simple Principer.

En saadan vel afgrænset, praktisk og tillige systematisk rigtig Underafdeling danner Højovnene. Ved en Højovn vil vi forstaa en kontinuerligt arbejdende Ovn, som fremstiller kulstofrigt letsmelteligt Jærn, Raajærn, af Malme. Det er disse Egenskaber, som udmærker denne Ovntype frem for alle andre. Disse har nemlig alle dette tilfælles, at man fylder Ovnen med Brændsel og Malm, lader den brænde ud, og tager Produktet en slaggeblandet Klump kulstoffattigt Jærn en »Luppe« ud af Ovnen. Derefter fyldes Ovnen paa ny, og Processen begynder forfra. Processen er altsaa diskontinuerlig, og man fremstiller ved den kulstoffattigt, smedeligt Jærn: Jærnfremstilling efter direkte Methode. — Højovnen derimod arbejder lange Tider igennem Dag og Nat, med et langt ringere Forbrug af Brændsel og Arbejdskraft, dens Produktionsevne er mange Gange større, den arbejder billigt og giver et ensartet Materiale, medens man ved den direkte Jærnfremstilling faar forskellige Jærnsorter. Ved disse Højovnens forskellige Egenskaber muliggøres den moderne Masseproduktion af Jærn, og Højovnen bliver saaledes en Kulturfaktor af den allerstørste Betydning, idet den i Virkeligheden danner Grundlaget for hele den moderne Teknik, som i første Række er betinget ved en omfattende og billig Jærnproduktion.

Der er saaledes, saavel en systematisk som en praktisk Forskel mellem Højovnen og alle andre Jærnovne, men som Litteraturen udviser, er Forstaaelsen paa dette Punkt saare mangelfuld. For at klare Begreberne foreslaar jeg, at man indfører Betegnelsen: Lavovne tysk: Tiefofen for alle Jærnovne, som ikke er Højovne.

Som et Eksempel paa en uheldig Anvendelse af Navnet Højovn skal jeg nævne v. Luschans Brug af Betegnelserne,

Schmelz- oder Hochöfen om nogle Jærnovne i Afrika (1909 p. 37). Forf. udtaler, at han nærer Betænkeligheder ved at bruge disse Betegnelser, dels fordi Jærnet næppe bliver smeltet, og dels fordi de tømmes efter hver »Brænding«. Ikke destomindre anvender han Betegnelserne fristet dertil af Ovnenes betydelige Højde. Her har vi altsaa en villet Elasticering af Begrebet Højovne, som maa siges at være uheldig, fordi den uvægerlig vil føre til Misforstaaelser, og den har forøvrigt allerede gjort det, idet forskellige nyere tyske Forf. antagelig under Paavirkning af v. L. taler om Schmelz- und Hochöfen i Afrika, uden de af v. L. anførte Betænkeligheder. F. Eks. siger Staudinger allerede i Diskussionen efter Olshausens Foredrag (Zeitschr. f. Ethn. 1909 p. 102), trods Olshausens Paavisning af det uheldige ved v. Luschans Højovnsbegreb: »den höheren Schmelzöfen die wir ruhig Hochöfen nennen können.«

Olshausen (1909 p. 56 og 1915 p. 2—3), som har Forstaaelsen af Mangelen paa dette Punkt, forsøger at bringe Klarhed til Veje ved at kalde Ikke-Højovne for Eisenöfen. Dette synes mig at være uheldigt, da Eisenöfen naturligt betyder en Ovn, hvori der fremstilles Jærn altsaa ogsaa en Højovn. Jeg foreslaar derfor den af mig anvendte Betegnelse: Lavovn.

Der er i Litteraturen talrige Eksempler paa, at Begrebet Højovn uden nogen bestemt Plan og Afgrænsning udvides til at omfatte visse større Former af Lavovne, navnlig udmærker den tyske og svenske Litteratur sig i saa Henseende, og man maa derfor udvise den størst mulige Forsigtighed og Kritik ved Litteraturbehandlingen; det vil desværre føre alt for vidt at komme ind paa de enkelte Tilfælde, dertil er deres Tal alt for forfærdende stort; men det valgte Eksempel maa staa som Type.

Ganske Tilsvarende er Forholdet overfor Begrebet Raajærn, (tackjärn, Roheisen, raw iron, crude iron, pig iron, fer cru, fonte cru), Raajærn er det kulstofrige (over 2,2 % C),

letsmeltelige Jærn, som fremstilles i flydende Tilstand ved Reduktion af Malm i en Højovn og undtagelsesvis dannes i store Lavovne, hvis Reduktion finder Sted ved tilstrækkelig høj Temperatur (Graglach se p. 40). Det er urigtigt at bruge Betegnelsen Raajærn om alt uforarbejdet Jærn, f. Eks. om den slaggeblandede Klump »Luppen«, som normalt dannes i en Lavovn, en Sprogbrug, som ikke desto mindre er uhyre almindelig.

Angaaende Brugen af Verberne tysk schmelzen og ausschmelzen, eng. smelt og melt, som svarer til hinanden, fremkommer Olshausen (1915 p. 1) med følgende Forslag: Han anvender schmelzen og melt dansk smelte om den Proces at bringe Jærn i flydende Tilstandsform og ausschmelzen og smelt dansk udsmelte om Reduktionen af Jærnmalm, uanset om det dannede Jærn blev flydende eller ikke. — Nu maa det bemærkes, at det er af den yderste Vigtighed ved Forstaaelsen af de tekniske Forhold at holde disse to Begreber aldeles skarpt ude fra hinanden, og Olshausen gør det, men det er meget farligt, at de to Betegnelser ligner hinanden saa meget, og talrige Fejltagelser vil blive Følgen, og hvorfor saa bruge Verbet udsmelte, naar man har den fuldt neutrale Betegnelse udvinde. Jeg foreslaar derfor at anvende Betegnelsen Jærnudvinding om enhver Jærnfremstilling, som ikke med absolut Sikkerhed kan angives at være en Raajærnfremstilling. Paa dette Punkt er man først i den nyeste Tid begyndt at skelne skarpt og i den ældre Litteratur bruger man Verberne smelte og udsmelte i Flæng, saavel om Jærnsmeltning som om Jærnudvinding. Derfor behøver man ikke at antage, at Jærnet virkelig var i flydende Tilstandsform, selv om det i den ældre og for den Sags Skyld ogsaa i den nyere Litteratur staar beskrevet som smeltet, men hver enkelt Angivelse maa behandles kritisk for sig.

Ligeledes maa i høj Grad paatales den stadige Brug af Navnet Smelteovne, om Jærnovne, hvor Jærnet faktisk ikke

smeltes; Eksempler paa dette Forhold er overflødige, da saa at sige enhver Rejsebeskrivelse fra Afrika eller Central- og Sydasien, foruden største Delen af Litteraturen om den primitive europæiske Jærnteknik stadig bruger Betegnelsen Smelteovne, som en Slags Fællesbetegnelse for de forskellige Lavovneformer eller maaske snarere for Jærnovne i det hele taget, paa den anden Side anvendes den f. Eks. af v. Luschan og Staudinger jfr. omst. Citat ensbetydende med Betegnelsen Højovne, og naar saa Højovnsbegrebet tilmed elasticeres, er der jo en rig Anledning til Misforstaaelser.

Der er ganske vist noget, der smelter, ogsaa i Lavovnene, men det, der smelter, er ikke Jærn, (naar undtages Graglachdannelsen) men Slagge; det kan ikke noksom betones, at Jærnet ved den direkte Jærnfremstilling i Lavovne ikke kommer i flydende Tilstand altsaa ikke smelter.

Jeg foreslaar derfor, at man lader Betegnelsen Smelteovn gaa ud; det eneste Sted, hvor den med nogen Berettigelse kan anvendes, er overfor Højovne, men der er den overflødig, og da den saaledes maa blive enten misvisende eller overflødig, kan jeg ikke se nogen Grund til at bruge den.

Vi kommer dernæst til Begrebet Staal, hvor der ogsaa er nogen Uklarhed til Stede. Indtil ca. 1860 forstod man ved Staal: Jærn, som kan hærdes. Siden er imidlertid Betegnelsen Staal udvidet til tillige at omfatte alt smedeligt Jærn, der er fremstillet i flydende Tilstand, uanset om det er hærdeligt eller ikke. (Haardt Staal og blødt Staal). Man kan sige, at i Litteraturen før 1860 betyder Staal altid hærdeligt Jærn. I Litteraturen efter den Tid bruger Teknikerne i Regelen Begrebet Staal i den udvidede Betydning (i Danmark dog først efter 1895), medens de fleste andre holder fast ved den gamle Begrænsning. Blødt Staal: göt järn, Flusseisen, mild steel, acier doux. Haardt Staal: götstål, Flusssthal, hard steel, acier dur. I den allernyeste Litteratur forstaar man ved Staal smedeligt Jærn med mere end

0,4 % C. (Oberhoffer 1920 p. 1) i denne Betydning vil jeg bruge Ordet.

Vi inddeler altsaa Jærnovne i Højovne og Lavovne og skal i det følgende se paa nogle Typer.

Lavovne.

Inden for Gruppen Lavovne er der mangfoldige Typer, som passende kan samles i to store Afdelinger nemlig Herdgruber og Lavskaktovne. Herdgruberne er lave i Regelen under 1 m, og Blæsningen foregaar fra oven skraat ned i dem, Skaktovnene er højere, og Blæseformen er ført nogenlunde vandret ind gennem Siden af Ovnen, hvis Rum deles i en øvre Del, Skakten, hvor Reduktionsprocesserne finder Sted, og en nedre Del, Stellet, hvor Opsamlingen af Jærn og Slagge finder Sted; selve Bundfladen i Ovnen kalder man i Regelen Herden.

a. Herdgruber.

Den simpleste Form for en Herdgrube er en simpel Grube i Jorden; det klassiske Eksempel paa denne Ovntype er iagttaget i Kordofan (Russegger 1844, II. 2, p. 286). Denne Beretning har haft meget stor Betydning for Forstaaelsen af primitiv Jærnudvinding og skal derfor meddeles: »For at smelte Malmene laver de Indfødte i Sandet smaa kegleformede Gruber med Spidsen nedefter. En saadan Grubes største Diameter er 12—14 Tommer, og Dybden lige saa stor. Naar en saadan Grube er fyldt med en Blanding af Trækul og knust Malm uden Tilslag, saa bliver der hældt endnu en Hob Kul paa, og der bliver tændt Ild. Blæsebælgens Rør bliver indsat i Randen af Gruben under en Vinkel paa 40—45°, og Blæsningen begyndes. Efter en Times Forløb begynder Massen at sintre sammen. I samme Forhold som dette foregaar, bliver der tilført ny Malm og Kul. Efter omtrent ti Timers Forløb er største Delen af den letflydende »Raseneisenstein« smeltet, og Gruben nogen-

lunde fyldt med forslagget Masse. Man tager nu Blæsebælg og Rør bort, rydder Ilden til Side, og lader Massen afkøles. Derefter gentages Processen i en Grube af lignende Beskaffenhed. — Den samme Teknik fandt Stuhlmann (1894 p. 627) i Nærheden af de store Søer hos vandrende Wangoro- og Wakondjo-Folk. I Indien genfinder vi den samme Ovnform, som med Zigeunerne er spredt over store Dele af Vestasien og Syd-østeuropa, hvor den var kendt under Navnet Heidenfeuer (Bech I p. 254). Hos Smedetatarerne, kusnetskitartari traf Gmelin noget lignende (Reise durch Sibirien). De laver en Grube i Jorden i deres Hytter med en Diameter paa 1/2 Fod, med et dertil passende Lerlaag, med Indgang for to Blæsere. Trækul og Malm lægges lagvis. Ovnen kan tage ca. 3 Pund Malm. Denne primitive Ovntype synes altsaa at være overordentlig udbredt. Det næste Fremskridt har antagelig været det, at udføre Gruben med Ler eller Stensætning. Dette er iagttaget mange forskellige Steder, men hvad der for os har ganske særlig Interesse er, at man i Norge har anvendt en saadan »blåster hola« til Jærnudvinding. Dette fremgaar for det første af H. Scheteligs Fund i Grindheim, Søndre Bergenshus Amt (1910, 1913 p. 288). Fundberetningen, der er ledsaget af Fotografi og Skitse, lyder som følger: »Paa en naturlig lav ryg i terrænget fandtes tilfældig ved pløining et par stener, som viste sig at dække en brøndlignende grop i auren. Gropens vægger var utforet med smaa heller i to højder; 8 heller i øverste høide, 5 i nederste. Den var efter finderens opgave dækket med en liten helle og ovenpaa den laa en rund sten. Gropen var fyldt med en baalmørje som bestod av kulstykker, slagger og stykker af brændt lere, de sidste af tilfældige former. Baalmørjen var sterkt blandet med ren graa lere, som ikke forekommer ellers i nærheten. Hellernes overkant var i høide med aurens overflate, det hele nu dækket af muld og dyrket mark; bunden var bare auren. Dybden var 80 cm tværmaalet øverst 50 cm og i

bunden 25—30 cm.« Angaaende Alderen angives intet bestemt. Det er utvivlsomt en Grube til Fremstilling af Jærn; lignende Grube er for Resten allerede tidligere beskrevet for Norges Vedkommende. Allerede Præsten Harding meddeler i »Forekommende Mærkværdigheder angaaende Lombs Præstegield i Gudbrandsdalen« 1757 om »Jern-Myren«, at til at smelte er opført en halvkuglerund Pande, hvorover lægges Brændeved, som idelig holdes i Brand derpaa spades peu a peu den tørre Malm (Mærk ingen Ristning!), som smeltes til Jern-Klumper; de Klumper bringes til Smiden for at renses.« Endelig træffes en Beskrivelse af disse Gruber hos Ivar Kleiven (1912 p. 329) »Den halvkuglerunde skapnaden fekk dei elles ved eit tjukt lag med arbeidd leir, som dei lagde paa panna innvendes. Panna vart gravi ned i jordi og mura av 6, 7 eller 8 flate hellor som kvesser mot den nedre enden; øvst i breiddi, som gaar jamt med jordbakken, er dei fleste umlag 1 meter i tvermaal, men i botnen oftast berre 20—30 cm. Djupti er til vanlig ikkje over 70 cm; fyrr panna vart leira, hadda ho skapnad som ei 7 eller 8 kanta trekt, det var den tjukke leiringi som til slutt gav henne den runde skapnaden, nærast som ei djup gryte. Leiringi vart teglbrend av den strenge hiten og difor finst det stødt mykje heile- og halv-brende teglskorpor i slagghaugom. Var leiren god so varda fulla leirkaapa ei tid, men elles maatte dei nok ofte gjeva panna ny leirkaapa. Belgjerne dei bles med feste dei soleis, at dei laag paa hall imot ein annan paa kvar si sida av panna. Blaastren kom daa paa skraa ned til koli, veden og malmen, ein finn aldri merke etter at det i panna har vore hysjustein i sidom med vindhol, saa blaastren kom inn nede i panna eit stykke. Dei har blaase ovanfraa, i minsto har det vore gjort i alle dei blæstri, eg har etterrøkt. I summe blæster-panna kan det liggje att ei tjukt kaape av slagg, som kann vera so tung og svær, at ho veg over 100 kg.« Desværre savner man i denne Beretning en Rede-

gørelse for hvert enkelt Fund og derigennem en nøjagtig Angivelse af, hvad Fundene viser, og hvad Forfatteren i den angivne Afhandling tænker sig til og læser sig til, ikke desto mindre maa det ovenfor citerede antages at være paalideligt, fremgaaet af Forfatterens egne Iagttagelser. Andre Varianter af den simple Grubeform kendes fra Sverige, Finland og Tyskland. Fra Tyskland kendes flere Former af Gruber, hvoraf dog maaske nogle ikke har været anvendt til Jærnfremstilling, i hvert Fald fremgaar det ikke med nogen Sikkerhed af Beskrivelserne. I Diskussionen efter O. Olshausens Foredrag: Eisengewinnung in vorgeschichtlicher Zeit. Zeitschrift für Ethnologie 1909 fremkom der saaledes forskellige Meddelelser om Brandgruber, som formentes at være anvendt til Jærnfremstilling ved Dabern og Gross-Bahren in Kreise Luckau. Sammesteds findes den overordentlig interessante Diskussion om Ovnene ved Tarxdorf 45 km N. V. for Breslau. Man har her fundet Rester af 30—50,000 Jærnovne. Det bevarede er en Grube paa ca. 60 cm's Diameter og nogenlunde samme Dybde, der er paa det nærmeste cylindrisk, den begrænses af en stærkt forslagget Lermasse, som har et tilnærmelsesvis kugleformet Hulrum, der forresten staar i Forbindelse med Hul i Siden af Cylinderen. Paa dennes Yderside findes der et Antal af ca. 12 lodret forløbende Slaggestave, om hvis Oprindelse der hersker den største Uenighed. Man ved ikke, om disse Ovne har haft en »overjordisk« Del, som nu er forsvundet. Muligvis svarer de til den nederste Del af de mærkelige klokkeformede berr-Ovne, som Schweinfurth paaviste i Bongo i Afrika.

De anførte Typer har alle maaske med Undtagelse af den sidste den fælles Egenskab, at det er simple Gruber i Jorden uden nogen overjordisk Del. Til Sammenligning kan anføres et Fund af Stuhlmann (1894 p. 117), som peger i den anden Retning. Han fandt i Nærheden af Victoria-Nyansa en Ovnform, som udmærker sig ved, at den an-

lægges paa flad Jord, som ryddes og glattes; Omforanstaltningen bestaar simpelthen i, at man anbringer tre Klumper Ler fra en Termithøj uden om.

Jeg skal forøvrigt ikke komme ind paa, hvorledes Herdgrubernes Udvikling i Enkeltheder maa tænkes at have været i de forskellige Omraader, hvor Kunsten at udvinde Jærn har været kendt i lang Tid tilbage, og en Redegørelse maatte ogsaa i mange Tilfælde bygges paa løse Gisninger, og som Følge deraf blive ret værdiløs. Jeg skal nøjes med at fastslaa, at den ovenfor beskrevne simple Grube i Jorden maa antages at være den oprindeligste Form for en Herdgrube og derigennem for Jærnovne i det hele taget. De højest udviklede Former af Herdgruber, man kender, er to Ovntyper, som indtil Midten af det 19. Aarh. har været bevaret som Reliktformer i Sydeuropa, nemlig Corsicaner-Ovnen og Catalaner-Ovnen:

Corsicanerovnen fandtes indtil Begyndelsen af det 19. Aarh. paa Corsica og er utvivlsomt en Reliktform fra den romerske Tid, i hvert Fald er Ligheden med de Ovne, der beskrives f. Eks. hos Diodor iøjnefaldende.

I den ene Side af Ovnen indmunder en kraftig Blæser, hvorfor man benævner denne Væg Formsiden. Den modstaaende Væg bestaar ligesom Formsiden af Murværk, og fra den Side sker Betjeningen af Ovnen, af hvilken Grund man benævner den Arbejdssiden. De to andre Vægge bestaar af Blokke af Jærnmalm. Et Fladesnit gennem Ovnen bliver nærmest hesteskoformet med Formsiden som den flade Side. Herdgulvet laves af knust Slagge. Afstanden fra Herdgulvet til Ovnens øverste Del er ca. 75 cm. Formen hælder 20 ^{0} og rager 28 cm ind i Ovnen. Slaggehullet findes i Arbejdssiden. — Først foregaar en Ristning paa den Maade, at der dannes en hesteskoformet Trækuldynge uden om Formen, medens Rummet fra Trækullene og ud til Ovnens Væg fyldes med Malm. Efter at Ristningen er forbi, nedbrydes Ovnen, og den sammensintrede og delvis

reducerede Jærnmalm (Jærnglans) tages ud, knuses og deles i fem lige store Dele, som hver for sig danner Malmsatsen til en fuldstændig Reduktionsproces, som resulterer i Dannelsen af en Luppe, der saa maa efterbehandles.

Hele Operationen, Ristningen og Dannelsen af de fem Lupper tager 24 Timer. Malmsatsen til hver Luppe er ca. 100 kg. Kulforbruget er 8,8 Gange saa stort som Jærnvægten. Udnytningen ganske god, 38,66 %. I 1812 var der 12 saadanne Virksomheder paa Corsica, i 1824 kun 4.

Catalanerovnen. Spanien har i Oldtiden været et overordentlig vigtigt Jærnland, og i de nordlige Egne, der ligesom Corsica har været nogenlunde uberørte af politiske og nationale Omvæltninger, har den gamle Teknik holdt sig op i vor Tid, hvor den er paavist og beskrevet under Navn af Catalanerovnen. Det er navnlig Baskerne, som har bevaret den, men i store Dele af Pyrenæerne og i tilgrænsende Egne af Lavlandet fandtes den indtil den sidste Del af det 19. Aarh. — Catalanerovnen synes i Modsætning til Corsicanerovnen at være undergaaet en Udvikling siden Slutningen af Middelalderen, hvor man finder de første Spor af den. Disse ældre Ovne er ovale eller runde, de senere Former firkantede. Størrelsen og Malmsatsen vokser gennem Tiderne. Alle Sider i Ovnen er murede undtagen Arbejdssiden, der bestaar af en svær Jærnplade. Formen er af Kobber og hælder 40°. Ovnrummet, som for oven er 60—61 cm paa hver Led, indsnævres noget mod Bunden, som er lavet af omhyggelig jævnede ildfaste Bestanddele, Formens Lysning 8—10 cm. — Fyldningen af Ovnen gik for sig paa følgende Maade, man dækkede Herdgulvet omtrent til Formen med Trækul. Ved en Adskillelse med en lodret stillet Jærnplade under Fyldningen opnaaede man, at to Trediedele af Ovnen, som vendte ind imod Formsiden, fyldtes med Trækul og den anden Trediedel med Malm. Derefter blev Jærnpladen trukket op, og Processen begyndte. Ovnen kunde tage ca. 500 kg Malm, og Processen

varede ca. 6 Timer. Den er indgaaende studeret af Francois (1843) i Grevskabet Foix. Man fremstillede dels Svejsejærn og dels Staal. Under denne Proces formindskedes Formens Hældning og Lufttilførselen, og man valgte manganrige Malme og anvendte Egekul. En Del af Luppen blev derved hærdelig. — Kulforbruget er noget forskelligt. — I Aarene 1839 og 40 var der 49 Catalanerovne i Gang i Dep. d'Ariège og i Pyrenæerne var de i Gang til for 30 Aar siden. — Ovntypen overførtes til U. S. A., hvor den naaede en ret betydelig Udbredelse i Appalacherne. Den er anvendt i hvert Fald i det 20. Aarh., og maaske er der enkelte Catalanerovne, som endnu ikke er kolde (I Russel Smith 1908 p. 64). — For Resten udviklede Amerikanerne en større Form af Catalanerovnen med Lupper paa 300—400 Pund. I 1875 og 82 producerede disse Ovne 23,000 og 43,000 Tons Jærn.

Catalanerovnens Størrelse, dens Malmsats, dens Blæseindretning, Differentieringen af en Arbejds- og en Formside, og endelig den ejendommelige Adskillelse af Trækul og Malm gør, at vi maa betragte den som den højest udviklede Herdgrubeform, vi kender. — Om Herdgrubetypen som Helhed saavel som om enkelte Former af denne anvendes i Litteraturen en lang Række Navne, som oprindelig har været lokale Navne paa lokale Ovnformer, men som efterhaanden er udvidet til at omfatte flere Former, f. Eks. træffes Navne som Rennfeuer (Rennarbeit), Luppenfeuer, (misvisende fordi der ogsaa dannes Luppe i Lavskaktovne) Heidenfeuer, Zerennfeuer, Luppenschmiede, Iserschmitten, Waldschmitten, blästra, blästerhola, bloomeries o. s. v. allesammen Betegnelser for Herdgruben i dens forskellige Varianter.

b. Lavskaktovne.

Som den anden store Hovedafdeling indenfor Lavovne maa vi opstille Lavskaktovne. Beck bruger Betegnelsen Skaktovne, men det er uheldigt, fordi den ogsaa omfatter

Højovnene; Betegnelsen er altsaa for vid, og da det, som allerede bemærket, er af den yderste Vigtighed at fastholde Grænsen mellem Lavskaktovne og Højovne, maa vi bruge den ovenanførte Betegnelse, selv om den ikke er særlig vellydende.

Det ejendommelige for en Lavskaktovn i Modsætning til en Herdgrube er, at den er højere end denne og rørformet, og at Malm- og Kulsatsen som Følge deraf kan gøres større; den ligger i Regelen oven paa Jorden. Endvidere er Ovnrummet delt i en nedre Del, Stellet, og en øvre Del, Skakten, i den øvre Del sker Reduktionsprocesserne, i den nedre Opsamlingen af Jærn og Slagge. Ovnen er bygget af Murværk, og Formen sidder omtrent vandret. Beck mener (I p. 507 og 804 og II p. 154), at de er meget gamle. Det er ikke ganske klart, hvad han forstaar ved at de i Skandinavien er »uralte«, men hvis han forstaar det, at de skal repræsentere Skandinaviens ældste Jærnteknik, tager han ganske sikkert Fejl; Skandinaviens første Jærnovne var de tidligere beskrevne Herdgruber og ikke Lavskaktovne. Noget andet er, at Skandinavien sandsynligvis selv har frembragt sin Ovn af denne Type: »Bondeovnen«, »Kællingen«, »Osmundsovnen« eller hvad vi nu vil kalde den, og det er endvidere den ældste, der foreligger udførlige historiske Efterretninger om, men den er yngre end Herdgruben. I Mellemeuropa optræder Lavskaktovne i hvert Fald i det 8. Aarh., men sandsynligvis endnu tidligere. De tidligste kendes fra Steiermark, og Beck antager, at deres oprindelige Hjemsted er der, og at de derfra har bredt sig ud over store Dele af Mellem- og Syd-Europa. De gaar i Almindelighed under Navnet Stücköfen eller Wolföfen (Stück = Wolf = Luppe).

Aarsagen til, at man gik over fra Herdgruben til Lavskaktovnen, var efter Beck (II p. 154) den, at man ønskede at reducere de »tungtsmeltelige urene Malme«, hvilket ikke kunde ske i Herdgruber. Det passer i hvert Fald ikke for

Skandinaviens Vedkommende, idet man der efter Indførelsen af Lavskaktovnen i hvert Fald for en stor Del bibeholdt Myremalmen som Malm, og det betyder navnlig ikke lige saa lidt i Skandinavien som i det øvrige Europa, at man gik over til Anvendelsen af »urenere« Malme; tværtimod, man naaede netop eftenhaanden at faa renere Malme frem ved Bjærgværksdriftens Fremskridt, end den man hidtil havde kendt. Lavskaktovnenes Indførelse er sikkert ikke betinget ved Malmvanskeligheder, men er et Resultat af den Erfaring, at man sparede Brændsel og Arbejdskraft samt Malm, i det hele taget nedsatte Produktionsudgifterne ved at gøre Ovnene højere.

De nordiske Lavskaktovne kendes navnlig fra Swedenborgs klassiske Værk, De ferro 1734, hvor der foreligger en af Tavler ledsaget Beskrivelse af denne Ovntype. Figurerne og Teksten er vistnok for en Del formet over en Indberetning til Bergs-Kollegiet af Lars T. Schulze, dat. 15. April 1732, trykt i Jern-Kontorets Annaler 1845. Ovnen anlagdes paa flad Jord, nederst muredes en Grund af Kampesten 2—3 Kvarter tyk, paa hvilken »Ställhällan«, Herden, Bunden af Ovnen, en kvartertyk flad tæt Kampesten lagdes. Stellet, den nederste cylindriske Del af Ovnen var 5 Kvarter langt og 2—3 Kvarter bredt og 1 Alen højt. Oven for Stellet begyndte Ovn-Piben eller Skakten, et omvendt kegleformet Rør med en Diameter i Spidsen paa en 10 Kvarter og ca. 10 Kvarter højt, saaledes at Højden fra Ovnens Bund til dens Rand blev 14 Kvarter; naar dertil lægges Grundens Tykkelse, 2—3 Kvarter, faar vi Ovnens udvendige Højde ca. 16 Kvarter eller 4 Alen. Paa Herden lagde man et Lag fint knust Slagge. Formen var omtrent vandret i den smalle Side af Stellet, $^1/_2$ Alen over Herden. Det her beskrevne er den egentlige Ovn, muret af Kampesten og med en Vægtykkelse af 1—2 Kvarter. Indvendig blev saavel Skakt som Stel omhyggeligt udforet med Ler. Uden om byggedes en Tømmerkaabe, som var omvendt pyramideformet med en

Bredde af 4 Alen for neden og 5 Alen foroven. Rummet mellem Skakten og Kaaben fyldtes med faststampet Jord og foroven anlagde man uden om Skaktens Munding en Trækrans til at gaa paa, og paa modsat Side af Formsiden førte en Træbro op til denne. Blæserne var dels haanddrevne og dels vanddrevne Bælgeblæsere, undertiden anvendte man kun een, Ovnen hed da »Kjælling«, oftes 2, og Ovnen hed da Tvekjælling.

Som Malm anvendtes dels Myremalm og dels Bjærgmalm efter forudgaaende Ristning. Ejendommeligt var, at Ovnen først brugtes som Kulmile, hvorved den opvarmedes, og naar saa alt det opstablede Brænde var forkullet, hældte man Malm paa i smaa Portioner. Den dannede Luppe, som efter Schulze hed Bläster, toges oven ud af Ovnen, hamredes for at udskille noget Slagge og kløvedes med en Økse. Samtidig rensedes Ovnen, og en ny Proces begyndte med det samme, medens den endnu var varm. Hver Luppe vejede 1½—2 Lpd. Malmen opgravedes ganske tidligt om Foraaret, og om Efteraaret skete Blæsningen.

De norske Ovne i den nyere Tid var i hvert Fald til dels af ganske samme Type. Det fremgaar dels af en Beretning fra 1768 fra Voss antagelig forfattet af Kapellanen Even Meldal, trykt af Wiesener i Naturen for 1913 p. 362: Underretning om den Jern-Jord eller Malm, som Bønderne paa Voss opgrave og smelte Jern af, samt dens Berednings- og Smeltnings-Maade, indhentede dels af Bøndernes Forklaring, dels af egen Tilskuelse. Han omtaler, at der formentlig i en meget fjærn Tid har fundet Jærnudvinding Sted paa Stockfjeldet i Vinje Sogn, men mener, at denne Industri er hørt op ved den sorte Døds Tid, og efter den forstod ingen Kunsten, før Bonden Ole Botolfsen Sundve indførte den igen 1666. Han fik efter Sigende Oplysninger af en Mand fra Jemteland, om den derværende Teknik og begyndte saa selv at bearbejde Myremalmen efterhaanden med bedre og bedre Resultat. Herden, der bestod af »bar

Jord« var 1/2 Alen i Diameter. Diameter i Ovnens øverste Rand ca. 2 Alen. Ovnens Højde 2—2 1/4 Alen. Ovnen var indgravet i en Bakkeside og omgivet med et Dække af Kampesten. Formen sad en 1/4 Alen over Herden. Ingen Ristning af Myremalmen. Ellers var Fremgangsmaaden paa det nærmeste som i Sverrig. — Den dannede Luppe kaldte Bønderne Ostemonn, fordi den lignede »et Stykke nykaaget Ost optaget af sin Valde«. Den vejede 18—24 Pund. Til at fylde Gruben fordredes hver Gang mindst 1/3 Favn Brænde.

En anden højst interessant Beretning er Ole Evenstads Afhandling om Jern-Malm som findes i Myrer og Moradser i Norge, et Prisskrift, som vandt det kgl. Landhusholdningsselskabs 2den Guldmedaille i Aaret 1782. Denne Ovn var som den foregaaende gravet ind i en Bakkeside, men var omgivet med en Tømmerkaabe ligesom Swedenborgs, dog kun paa de tre Sider. Dimensionerne var dog noget anderledes, og Formen sad kun nogle faa Tommer over Herden, som bestod af Ler og ristet Malm.

I Mellemeuropa naaede Lavskaktovnene i Slutningen af Middelalderen en betydelig Udvikling og Udbredelse. Efter Beck I p. 817 skal de allerede i det 8. Aarh. have været i Brug i Steiermark, og man har en Angivelse af, at de indførtes til Schmalkalden allerede i 385. Formentlig er Typen opstaaet i Steiermark og har derfra bredt sig ud over store Dele af Europa. Benævnelserne er forskellige, som de hyppigst forekommende kan nævnes: Stückofen, Wolfofen, Plaaofen eller undertiden Blauofen og Slovakenofen (Stück = Wolf = Luppe). Plaa eller Blau er afledet af plaa = at blæse og anvendtes i det hele om Jærnovne med kunstig Lufttilførsel (Beck I p. 816). — Der foreligger mange Beskrivelser af dem. Nævnes maa Beskrivelserne hos Agricola, Biringucio, Swedenborg samt en Mængde yngre Forfattere (Jars 1777, Schreber 1772, Beck I—II).

Ovnene var murede af Sten og Ler, Højden varierede mellem 10 og 25 Fod, de var saaledes betydelig højere og

tillige slankere end den lige beskrevne nordiske Type. Malmsatsen var 40—50 Centner. Ovnens Højde og Slankhed medførte, at man ikke kunde tage Luppen oven ud af Ovnen, saaledes som man kunde gøre det ved den nordiske Ovn; denne Operation maatte udføres gennem en Aabning »die Brust« forneden i Ovnen, som under Nedblæsningen var muret til. Luppen var af ret betydelige Dimensioner, f. Eks. omtaler Jars (1777 I p. 57) Luppe paa indtil 14 Centner. I Regelen vejede de dog vist kun 6—7 Centner. — Medens saaledes en Del af det reducerede Jærn forblev c-fattigt og dannede den sædvanlige dejgagtige, men ikke smeltede Luppe i Bunden af Ovnen, var der paa den anden Side en Del af Jærnet, som optog Kulstof og blev til Raajærn, som i smeltet Tilstand samlede sig uden om Luppen, i Steiermark kaldte man denne Dannelse Graglach (Schreber 1772 p. 37, Beck II p. 170, Swedenborg 1734 p. 178 fejlagtigt Krogloch), i Krain hed den Pogahze i Bosnien Madza eller Prt (Katzer 1910). Graglachdannelse kendes endvidere i indiske Lavskaktovne (Beck I p. 235). — Naar man aabnede »die Brust« for at tage Luppen ud, løb Graglach af sig selv ud sammen med noget Slagge, og blev omhyggelig adskilt fra denne og opsamlet. Ved yderligere at sætte Temperaturen op opnaaedes, at Forholdet mellem Mængderne af Luppe og Graglach eller Raajærn blev forskudt saaledes, at Graglachmængden tiltog. Denne kunde da sammen med en hel Mængde Slagge tappes ud ved at støde et lille Hul i »die Brust«, som umiddelbart efter Aftapningen kunde lukkes igen. Denne Fremgangsmaade benyttedes i ret stor Maalestok i Steiermark i den sidste Del af Stückovntiden og Methoden er bevaret i Bosnien til Nutiden (Katzer 1910). Man tapper der Raajærn og Slagge af med ca. 10 Timers Mellemrum, men samtidig dannes Luppe, og man maa da med passende Mellemrum afbryde Processen, nedbryde »die Brust« og tage Luppen ud, Processen er altsaa diskontinuerlig, og vi maa trods det, at Ovnen i

overvejende Grad producerer Raajærn, regne den for at være en Lavovn, som ganske vist danner den klarest mulige Overgangsform til Højovnen, idet vi kun behøver at sætte Temperaturen yderligere lidt i Vejret for at undgaa Dannelse af Luppe og derved skabe Muligheden for den kontinuerligt arbejdende Ovn: Højovnen.

Højovnens Opstaaen er ikke saaledes som saa mange andre teknisk vigtige Fremskridt Resultatet af en enkelt genial Opfindelse, men som oven for godtgjort, maatte Anvendelsen af større og større Stückovne ganske naturligt føre til en Højovnsdrift. Dette Forhold forklarer ogsaa, at Højovnene udbredte sig langsomt, og at Stückovnene længe anvendtes sammen med dem, saaledes at den fuldstændige Overgang til Højovnsdrift fandt Sted relativt sent.

Springet fra den direkte til den indirekte Jærnfremstilling mærkedes heller ikke særligt. Det ejendommelige ved den indirekte Jærnfremstilling er, at en Friskning, en Afkulningsproces, er nødvendig for at frembringe smedeligt Jærn, men allerede fra gammel Tid var man vant til en Efterbehandling af Luppen ved Glødning og Udhamring, og den samme Behandling af Raajærnet fører netop til Dannelsen af smedeligt Jærn; man blev altsaa ganske simpelt ved med at behandle Graglach paa samme Maade, som man hidtil havde behandlet Luppen uden at ane, at den stedfindende Proces var bleven en ganske anden. De forskellige Former for Herdfriskning er altsaa uden videre afledet af Luppebehandlingen, et Forhold som allerede Åkermann (1896) gør opmærksom paa.

Lavskaktovnene har i Europa forlængst overskredet deres Kulmination og er bleven fortrængt af Højovnene. I Steiermark var de herskende indtil ca. 1760 (Schreber 1772 p. 59). I Thüringen, hvor navnlig Schmalkalden var bekendt for sin betydelige Jærnproduktion, fandtes Stückovne til 1841. Endnu længere er Lavskaktovne bevaret i afsides Egne af Ungarn, Siebenbürgen og Bosnien, hvor de i hvert Fald

endnu i 1910 var i Virksomhed (Katzer 1910); sandsynligvis anvendes de endnu i visse Egne af Rusland, og i Finland har de i hvert Fald været i Brug saa sent som i Begyndelsen af dette Aarhundrede. — I Afrika frembringes det indenlandske Jærn udelukkende i Lavovne efter direkte Methoder. En ringe Del laves i Herdgruber, men langt den største Del i Lavskaktovne, der bygges af Ler i et Utal af Former (Mungo Park 1799, Russegger 1844, Percy 1864, Schweinfurth 1874, 75, Stuhlmann 1894, 1910, Kollmann 1898, Kandt 1904, v. Luschan 1909, Frobenius 1912—13, v. Rosen 1916, Thorbecke 1916, Stahl und Eisen 1920 o.m.fl.). De talrige Angivelser af Højovnsdrift i Afrika beror paa Misforstaaelse, saaledes som ovenfor paavist, og paa uheldige og urigtige Anvendelser af Betegnelsen Højovn. — I Asien er Lavovne ligeledes overordentlig udbredte (Percy 1864, Beck I, Richthofen 1877—83, v. Schwarz 1900, Hedin 1904, Lux 1912). I hele Vest- og Sydasien findes Herdgruber og Lavskaktovne, men i Kina og paa Phillippinerne møder vi nogle ejendommelige smaa Højovne, som senere skal gøres til Genstand for Omtale.

c. Vindovne.

Der findes en Række Jærnovne, som har den Ejendommelighed, at deres Lufttilførsel sker ved naturlig Træk uden Anvendelse af Blæsere af nogen Art. Vi vil kalde dem Vindovne. Opstillingen af denne Type falder uden for den øvrige Inddeling af Jærnovnene, der, som vi har set, ikke kan foretages efter Lufttilførselens Art. Ikke desto mindre er det for Oversigtens Skyld praktisk at betegne dem med et særligt Navn og underkaste dem en lille Specialundersøgelse, bl. a. af den Grund, at de hyppigt giver Anledning til Misforstaaelse.

Det er en ret udbredt Antagelse, at det, at Udvindingen sker uden Anvendelse af Blæsere, maa betragtes som en Karakter af den yderste Primitivitet. Fairbairn (1865 p. 4—5)

adskiller saaledes air-bloomeries og blast-bloomeries og antager air-bloomeries for at være de ældste, og Katzer (1910) udtaler f. Eks. p. 2 om Forholdene i Bosnien »og paa en maaske endnu højere Alder (end 5.—6. Aarh. før Chr.) for Jærnudvindingen tyder de i Nordvest- og Mellembosnien paa Højderygge og Bjærgtoppe liggende Slaggemarker, hvis Beliggenhed gør det sandsynligt, at Jærn der blev udsmeltet paa allerprimitiveste Maade i Gruber i naturlig Træk. Den senere Indførelse af en Blæseindretning var et Fremskridt, som gjorde Udvindingen uafhængig af det naturlige Træk, og gjorde det muligt ogsaa at anbringe Smelteovne! i Lavningerne.«

Man tør ikke paa Forhaand benægte Tilstedeværelsen af tidligere Vindovne i Bosnien, men deres Tilstedeværelse er langt fra bevist ved »Beliggenheden« af Slagger paa nogle Højder, og der synes ikke at foreligge andre Holdepunkter for en saadan Theori. Den Tankegang, at Ovne uden Blæseindretning, Vindovne, er den oprindelige Ovntype, og at Menneskene saa har fundet paa at forstærke det naturlige Træk med Blæsere, ser uhyre bestikkende ud, navnlig kombineret med en meget tvivlsom, men sindrig Tydning af det Forhold, at man finder Slagger saavel paa Højder, som i Dale. Ikke desto mindre viser en nærmere Undersøgelse af Forholdene, at Theoriens Holdepunkter er yderst svage.

Der er næppe nogen, som vil bestride den af mig forsøgte Inddeling af Lavovne, i hvert Fald ikke dens Hovedpunkter. Af denne Undersøgelse fremgaar det, at de primitiveste Former er de i Jorden nedgravede smaa Herdgruber, som vi kender recent fra Afrika »uddøde« fra Skandinavien og mange andre Steder i Europa, og Katzer synes ogsaa at mene, at den tidligere Jærnudvinding i Bosnien er foregaaet i saadanne; men hvordan kan der frembringes naturlig Træk af nogen Betydning i en saadan Grube? For at frembringe Træk, maa vi have en høj og slank Ovnform,

og det viser sig ogsaa, at alle de (ikke mange) Vindovne, vi kender, ser saaledes ud.

Fra Afrika kendes flere Vindovne, f. Eks. beskriver Schweinfurth 1875 de saakaldte tunj-Ovne fra Djur. Ovnen ligner en Rhinskvinsflaske, er ca. 125 cm høj, ret indviklet bygget og opført af Ler. Lufttilførselen sker gennem 4 Aabninger uden Blæseindretninger. Udvindingsprocessen tager 40 Timer. — En anden Form omtaler Fr. Hupfeld (1899). Ovnen er 3—3,5 m høj, cylindrisk, tilspidset mod Toppen. Vidden ca. 1 m. Lufttilførselen sker gennem 7—9 Forme med en Lysning paa 15 mm, og den reguleres ved, at man i større eller mindre Grad tilstopper dem med Lerpropper. Ovnen brænder ca. 3 Dage. — Allerede Mungo Park (1799) beretter om Ovne af denne Slags, de synes at være af ganske samme Arbejdsmaade, som de lige nævnte, han omtaler ligeledes Lerpropper til Regulering, men gør dog den ganske morsomme Tilføjelse, at Processen sættes i Gang ved en Dyrehudsblæser (jfr. Fairbairn 1865 p. 48). — I Indien træffer vi ligeledes enkelte Vindovne af samme Form som de afrikanske. — Endelig foreligger der en Beretning af Quiquerez fra 1870 om Fund af nogle gamle Ovne i Jurabjærgene. Deres Alder er noget tvivlsom. Q. mener, at de stammer fra den romerske Tid eller Tider umiddelbart før denne. De formodes at være Vindovne, uden at Forf. dog tør fastslaa det med Sikkerhed. De er gravet ind i en Høj og bestaar af en cylindrisk Kanal opført af Ler og omgivet med en Kaabe af Sten. Højden er 250—270 cm, Vidden 75 cm. Forneden munder Cylinderen i en vandret Kanal, ca. 30 cm vid, hvorigennem sandsynligvis Lufttilførsel, Slaggeafløb og Luppeudtagning har fundet Sted. — En noget lignende Methode træffes recent i Birma (Percy 1864 p. 270, Beck I p. 252). Ovnen anlægges op ad en stejl Væg paa 10—12 Fods Højde i den sandede Lerjord, ud for den anlægges der en ca. 10 Fod høj Udbygning af Ler afstivet af et System af Pindeværk. Hulrummet er

nogenlunde cylindrisk. Luftforsyningen sker paa en lignende Maade som i de Ovne, Hupfeld og Mungo Park omtaler. Forneden i Væggen er der nemlig en Aabning med en Højde af 1 Fod i Ovnens hele Bredde. Denne Aabning lukkes under Processen med en Lervæg, som er gennemboret af ca. 20 Lerrør med en Lysning paa 2 Tommer. Reguleringen sker paa samme Maade som i de afrikanske Former med Lerpropper. Processen tager 24 Timer; derefter brydes Lervæggen ned, og Luppen tages ud.

Det meddelte Materiale til Belysning af Vindovnenes Bygning viser tydeligt, at deres Primitivitet kun er tilsyneladende, og at den Karakter, at de drives uden kunstig Lufttilførsel ikke som antaget er oprindelig, men afledet, den blev nemlig først mulig i det Øjeblik, man lærte at opføre høje og slanke Ovne, og vi kommer altsaa til det Resultat, at man maa antage, at Menneskenes første Forsøg paa at udvinde Jærn ved Reduktion af Malme, er foregaaet under Anvendelsen af Blæseindretninger.

Højovne.

Vi har i det foregaaende set paa Afgrænsningen af Højovnsbegrebet og klaret, hvad det er, som udmærker Højovnene frem for alle andre Jærnovne, endvidere har vi under Behandlingen af Lavskaktovnene set, hvorledes disses voksende Størrelse i Forbindelse med de stadig forbedrede Blæseindretninger førte med sig, at der dannedes Graglach, en Omstændighed, som saa at sige af sig selv medførte Overgangen til Højovnsdriften.

Det Fremskridt inden for Jærnteknikken, som betegnes ved Overgangen af Lavovnsdrift til Højovnsdrift fra direkte til indirekte Jærnfremstilling, er uden Sammenligning det vigtigste i Jærnets Historie, og kan i sin Betydning sidestilles med Jærnets første Anvendelse. To Steder i Jærnomraadet paa Jorden er man naaet frem til en Højovnsdrift, nemlig i Europa og i Østasien. Hvornaar man i Øst-

asien (Kina og Phillippinerne) har begyndt at bruge Højovne vides ikke, men det er sandsynligt, at Højovnene i de Egne er autochtone og ikke et Kulturlaan fra Europa.

De østasiatiske Højovne er ganske smaa. Beskrivelse af dem findes for Kinas Vedkommende dels hos Richthofen (1877—83, Bd. II p. 96) og dels hos Lux (1912 p. 1404—07), hvor der findes et Par ypperlige Fotografier af disse højst interessante Ovne. For Phillipinernes Vedkommende maa henvises til Iron and steel 1916 vol I p. 336. Efter Lux er de kinesiske Højovne ca. 2 m høje og omvendt kegleformede. Lysningen foroven ca. 1200 mm forneden 560 mm. Væggen er af Ler omlagt med Jærnbaand. Forneden er der to Aabninger, een til Lufttilførsel fra en Pumpeblæser og een til Aftapning af Jærn, den sidste er lukket med en Lerprop. Ovnen er ophængt paa Midten, saaledes at den under Aftapningen kan kippes ca. 30^0 til Afløbssiden, noget der letter Processen meget. Der tappes hver Time. Daglig Produktion 450—650 kg Jærn. Endvidere skal her lige omtales den ejendommelige kinesiske Fremstilling af Raajærn i Digler, som Richthofen udførlig beretter om.

I Europa anvendtes Højovne antagelig først i Belgien og Rhinegnene; Beck antager, at det skete i det 15. Aarh., efter andre Forfattere skal Højovnsdrift have fundet Sted allerede omkring Aar 1340 i Belgien. Fremskridtet bredte sig kun yderst langsomt, endnu midt i det 16. Aarh. anvendtes Højovne kun i Vesttyskland, Østfrankrig og Belgien (Beck II p. 185), medens den f. Eks. var ukendt i Sachsen, og det varede i hvert Fald nogle Hundrede Aar, før Højovnsdriften kunde siges at være herskende. I Øjeblikket er den europæiske Højovn ved at erobre hele Verden; hvis man f. Eks. gennemser de sidste Aargange af det engelske Tidsskrift Iron and steel, forbavses man over at se, hvordan de europæiske Højovne skyder i Vejret i Asien, Australien, Afrika og Sydamerika, overalt hvor der er nogen-

lunde tilgængelige Jærn- og Kullejer, og overalt hvor de kommer frem, kvæler de de ældre lokale Former for Jærnfremstilling; f. Eks. meddeler Meinhof (1916) fra Kordofan, at den gamle Jærnteknik, som Russegger paaviste 1844, og hvis Betydning for Udforskningen af primitiv Jærnteknik tidligere er omtalt, nu ikke mere kendes; der anvendes overalt europæisk Jærn, og Smedeteknikken gaar ogsaa til Grunde i Konkurencen med den europæiske Jærnindustris Frembringelser. I Løbet af en overskuelig Aarrække vil primitiv Jærnudvinding kun kendes fra Litteraturen og fra Musæernes Samlinger.

Vi har nu fulgt Jærnudvindingsteknikkens Udvikling, saa godt det noget spredte og tilfældige Materiale tillader. Vi maa antage, at Menneskenes første Forsøg paa at udvinde Jærn er foregaaet under Anvendelse af Blæseindretninger; der uddannes saa en simpel Teknik, som gaar ud paa at fremstille Jærn i smaa Herdgruber med Brunjærnsten som Malm, og Trækul som Reduktionsmiddel, en Teknik, som udbredes over største Delen af Europa, Afrika og Asien. Fra Herdgruberne gaar saa Udviklingen i den nordvestlige Del af Jærngebetet gennem Lavskaktovne til Kæmpehøjovnene og i den østlige Del af Omraadet gennem Lavskaktovne til Miniaturhøjovnene. Ved Hjælp af Kæmpehøjovnene har man kunnet producere Jærn i et overordentlig stort Omfang til en relativt billig Pris, af hvilken Grund denne Ovntype i Øjeblikket er ved at besejre alle de andre. Ovnenes vældige Ydeevne kan selvfølgelig kun udnyttes fuldt ud, naar man har store Malmlejer og rige Brændselsforraad til Raadighed, hvilket har medført Nødvendigheden af at bruge Jærnilterne og Karbonatet i Stedet for Brunjærnsten, og fossilt Brændsel i Stedet for Trækul. Resultatet har været en stedse stigende Centralisering af Jærnproduktionen lokaliseret til de Egne, hvor de naturlige Betingelser for en saadan er til Stede, og det er denne

Udvikling, som danner Grundlaget for hele den moderne tekniske Kultur. Vi skal i det følgende se paa, i hvilket Omfang Danmark har haft Muligheden for at deltage i Menneskehedens Forsyning med Jærn, og hvorledes Mulighederne er udnyttet. Studieobjektet i den specielle Del af Afhandlingen bliver altsaa:

Danmark som jærnproducerende Land.

SPECIEL DEL.

A. TIDLIGERE BIDRAG TIL KUNDSKABEN OM DEN DANSKE JÆRNUDVINDING.

Danmarks Mineralproduktion er i Sammenligning med vore Naborigers ubetydelig — en naturlig Følge af Landets geologiske Beskaffenhed, idet Overfladen bestaar af ganske unge Dannelser, medens der mangler de gamle Dannelser, som forsyner f. Eks. den skandinaviske Halvø med dens Rigdom paa teknisk vigtige Mineraler. De væsentligste af vore teknisk anvendelige Bjærgarter og andre Jordarter er Tørv og Brunkul, Kridt, Kalksten, Teglværkslér og Diatoméjord, og dertil kommer paa Bornholm Granit og Kaolin. Disse sidste er i forskelligt Omfang Genstand for Udnyttelse, men Malmbrydning finder praktisk talt ikke Sted i Danmark (Ussing 1902) — hvad dog ikke er ensbetydende med, at Malme ikke findes, men kun viser, at Vanskelighederne ved Fremskaffelsen og Reduktionen af Malmene er saa store, at en Udnyttelse anses for urentabel, i hvert Fald i Øjeblikket. Paa Bornholm forekommer flere Malme; saaledes findes i Graniten Kobberkis og Blyglans, Svovlkis i Alunskiferen samt Jærnsten i de kulførende mesozoiske Dannelser (Ussing 1913). Desuden optræder smaa Mængder af Svovlkis i de yngre Dannelser i den øvrige Del af Danmark. Med Undtagelse af Jærnstenen er disse Malmforekomster i kvantitativ Henseende ganske betydningsløse, men

foruden dem findes rundt omkring i Landet, Bornholm iberegnet, en Mængde Lejer af Brunjærnsten, som med Hensyn til Mægtighed langt overgaar de nys nævnte Malmforekomster. — Udnyttelsen af Brunjærnstenen er i Øjeblikket ganske minimal; i hvert Fald anvendes den ikke til Fremstilling af Jærn, men gentagne Gange i Løbet af de sidste Hundrede Aar har der været Planer fremme om en saadan Udnyttelse. 1830—50 var man i naturvidenskabelige Kredse stærkt optaget heraf, 1894 fremdrog Rørdam atter Sagen, og endelig har de under den sidste Krig herskende ekstraordinære Forhold igen gjort Spørgsmaalet om den hjemlige Brunjærnstens Anvendelse til Jærnfremstilling aktuelt.

Trods denne Interesse for Brunjærnstenen og især for Myremalmen vides der mærkværdig lidt om den tidligere Jærnproduktion her i Landet, og dog repræsenterer denne Industri en meget ejendommelig og ret væsentlig Side af det danske Folks erhvervsmæssige Udvikling.

Aarsagen til, at vor Viden paa dette Punkt er saa begrænset, maa for en stor Del søges i det Forhold, at de Arbejdsmetoder, som har været fulgt under Studiet af Jærnudvindingen i Danmark, har været ret ensidige, medens et vigtigt og omfangsrigt Materiale har faaet Lov til at ligge ganske ubenyttet hen.

Det Arbejde, som danner Grundlaget for Studiet af Jærnudvindingen her i Landet, er Jacob Langebeks »Anledning til en Historie om de norske Berg-Verkers Oprindelse og Fremvext«, 1758. Afhandlingen er offentliggjort som første Del af et større Arbejde, men Fortsættelsen kom desværre aldrig. Da dette Skrift er langt det betydeligste, der til Dato foreligger om Jærnudvindingen her i Landet, vil vi betragte det lidt nærmere og se paa Forfatterens Metoder og de Resultater, han kommer til.

Som Titlen siger, er det de norske »Berg-Verkers Oprindelse og Fremvext«, han vil gøre Rede for, men han indskrænker sig ikke hertil, idet han i 8 paa hinanden føl-

gende Afsnit behandler Jærnværkerne i Omraaderne: I Tyskland, II Estland og den øvrige Strækning langs Østersøen, III Finland og Lapland, IV Sverrig, V Skaane, Halland og Blekinge, VI Slesvig og Holsten, VII Danmark, VIII Norge (derunder Island). De tre første Afsnit er ikke nær saa udførlige som de øvrige, idet Forf. ganske kort gør Rede for, at Befolkningen i de paagældende tre Omraader allerede tidligt har kendt og udnyttet Metal- og Malmlejerne i deres Lande. Arbejdets Tyngdepunkt ligger absolut i Behandlingen af Bjærgværksdriften i de nordiske Riger og da ganske særlig i Redegørelsen for Forholdene paa den skandinaviske Halvø.

I sin Plan og Metode er Afhandlingen rent historisk, og Materialet er dels hentet fra ældre Forfatteres Arbejder, dels fra Breve og andre Meddelelser fra Samtidige, i Særdeleshed en overordentlig stor Mængde Dokumenter fra ældre Tid, som Langebek har samlet sammen under sine lange og indgaaende Studier i de kongelige Arkiver og andetsteds. Den første Afdeling af Materialet, de ældre Forfatteres Skrifter, spiller kun en ringe Rolle, idet Langebeks Undersøgelser er det første videnskabelige Forsøg paa at udrede disse Forhold. Den anden Afdeling er ogsaa for største Delen uvæsentlig, men faar dog paa et enkelt Punkt Interesse, idet den fører ud over den rent historiske Metode. Arkivmaterialet er langt det vigtigste og er i Sandhed imponerende saavel af Omfang som af Indhold.

Angaaende Forholdene i Sverrig fastslaar Langebek, at man i hvert Fald efter Midten af det 12te Aarhundrede har kendt Kunsten at udvinde Jærn af Myremalm, og han mener iøvrigt, at denne Kunst er kommen fra Tyskland, og at Udvindingen saa har holdt sig siden. Han fremfører en Mængde Dokumenter angaaende Bjærgværksdrift i det hele taget, derunder ogsaa adskillige om Jærnværker. Ligeledes fremdrager han en Række delvis meget interessante Dokumenter angaaende Jærnudvindingen i Skaane, Hal-

land og Blekinge og viser, at der i disse Provinser har fundet omfattende Udvindinger Sted, som dog synes at være ophørt omkring Aar 1650, til Dels paa Grund af Træmangel.

Angaaende Norge oplyser Forfatteren, at Jærnudvinding i hvert Fald har fundet Sted paa Christian den Tredies Tid, men at der utvivlsomt tidligere er gjort Forsøg derpaa; saaledes har Christian den Anden og Frederik den Første foretaget Skridt til Ophjælpning af Bjærgværksdriften i Norge ved at indkalde svenske og tyske Bjærgværksfolk, endvidere har Dronning Margrete og Erik af Pommern ladet forsøge at finde Malme i Norge. Interessantere er imidlertid Paavisningen af Jærnudvinding paa Island paa Grundlag af Beretninger i Egil Skallagrimssons Saga. Om Skallagrim fortælles, at han havde rauðablástr, og det hedder endvidere: »Skallagrim var en stor Jærnsmed (járnsmiðr) og havde megen Myremalmsblæsning om Vinteren, han lod indrette en Smedie ved Søkanten meget langt fra Borg paa det Sted, som kaldes Raufarnæs«. Dernæst berettes, hvordan Skallagrim sejlede ud paa Havet og dykkede ned efter en Sten, som han saa anbragte foran Smediedøren og brugte som Ambolt, og »den Sten ligger der endnu og megen Sinder ved Siden af«. Rauða er den gammelnordiske Betegnelse for Myremalm, og det er altsaa denne, Skallagrim har benyttet til Fremstilling af Jærn. Man maa dernæst antage, at Landnamsmændene har ført Kunsten med sig fra Norge, og deraf turde følge, at man ved Aar 800 i Norge har forstaaet at udvinde Jærn af Myremalm.

De Dokumenter, som fører Langebek til den Antagelse, at der her i Landet har fundet en Jærnudvinding Sted, er særlig Mageskifter, Skøder, Fæstebreve samt Lensregnskaber; disse sidste afgiver tilstrækkeligt Bevis for, at der er foregaaet en saadan Virksomhed, idet de angiver, at Bønderne i visse Egne af Landet har svaret Afgift til Lenene bestaaende af Jærn.

Afgifterne erlægges i Enheder, som hedder Kloder, en Betegnelse, der ikke nærmere gøres Rede for, men som stadig gaar igen. En Gaard i Hinge Sogn og By svarer 20 Kloder Jærn, en anden Gaard sammesteds halvt saa meget. En Gaard i Lysgaard Herred svarer 10 Kloder, en anden Gaard ligeledes i Lysgaard Herred 24 Kloder Jærn. Endvidere omtales en Fortegnelse over en Del Varer, som Hald Slot har faaet af det underliggende Bøndergods, deriblandt 95 Kloder Jærn. Denne Undersøgelse er den ene Side af Langebeks Studier over Danmarks Jærnudvinding, og den er gennemført saa vidt, at han formentlig har faaet alle de Arter af Dokumenter med, som kan tænkes at indeholde væsentlige Oplysninger; i hvert Fald er der ved nyere Gennemgang af Arkivmaterialet kun fremkommen lidt, der i kendelig Grad har udvidet vor Viden angaaende Spørgsmaalet.

Den anden Metode, som kunde anvendes ved Løsningen af Opgaven, nemlig at undersøge, hvad der dengang kunde paavises af Levninger fra Udvinding, d. v. s. Slagger, Ovnrester, Redskaber m. m., er, som man kunde vente sig, ikke paa langt nær gennemført i samme Omfang. Langebek indskrænker sig til at gengive et Brev, som Apotheker v. Steuben i Aarhus har skrevet til ham 27. Feb. 1758 som Svar paa en Forespørgsel angaaende »de mineraliske Ting, som findes i Jylland«. v. Steuben nævner (p. 455): »Af Jærn Ærtz findes og næsten overalt en stor Del. Herr Cancelli-Raad Hofman og jeg blev i næst afvigte Aar beordret at eftersee og undersøge de øde Heder der i Landet, og kom paa samme tour til Vrads-Sogn, og i Vrads By, som ligger i Hede-Egnen, hvor vi holdte os lidet op, blev jeg ved et Bonde-Huus et stort Stykke Jern Ærtz var, som kunde ongefær veje en 10. Lispund, det saae ud som en Slakke paa den ene Side, men paa den anden jevnt og compact. Vi spurte Bønderne, hvor det var kommet fra, blev os af dem fortalt, at der paa deres Mark

hen imod en Sø laae en stor Mængde af saadanne Slakker, smaa og store, hvor og dette Stykke var kommet fra, og deres Gamle havde fortalt, at der i forige Tider skal have været en Smelte-Ovn, og de endnu kan see Stedet, hvor den har staaet. Den jernagtige Materie, hvoraf de i den Tid har betient sig, findes der overalt nok af, den ligger ongefær 1 a 2 Alen, somme Steder mindre og mere dybt i Jorden, ligesom en Skorpe, 1 Qvarter til 1/2 Alen tyk. Af denne Materie fandt vi adskillige Steder, hvor vi kom«. Anm. k: »Denne Jernholdende Materie, hvor den findes i Jorden, kalde Bønderne âl, og, naar den er dem til Hinder i deres Pløining, bruge de den Talemaade, at de ikke kan komme i Jorden for âl«. Anm. l: »Paa denne Reise i Hede-Egnen blev Hr. Steuben var en Dam, som laae høit, men dog holdte Vandet vel, og det i den hedeste Sommertid. Da han vilde vide og eftersøgte Aarsagen dertil, fand han, Bonden i Damen at bestaae af denne haarde Jernbundne Jord«.

Dette Brev gengives her, fordi det bringer den første Iagttagelse af Jærnslagger her i Landet, og fordi det har givet Ideen til nærværende Arbejde. Langebek har selv været klar over, at der ved Iagttagelser paa Udvindingsstederne var en Mulighed for at uddybe Kundskaben om Spørgsmaalet, og han skriver p. 454: »Det var vel verdt en Undersøgning af kyndige Folk, om ikke disse formente Smelt- eller Masz-Ovne kunde være Levninger af Tegl-Ovne eller noget andet, og om ikke paa de Steder, hvor Jærn-Malmen opgraves, kunde i gamle Dage, før Sandflugten ved Skovenes Ødelæggelse har taget overhaand og kanskee til dels forvoldet de store Heder, have været Myrer og Moradser eller Søer, af det Slags, som paa mange Steder i Norge, Sverige og andensteds frembringer det saa kaldede Myre- og Sø-Jern«. Dette Citat viser særdeles godt Rækkevidden af Langebeks Undersøgelser. I den Del af Spørgsmaalet, som lader sig udforske efter historiske Metoder, naar han udmærkede Resultater, men til Gengæld er dette

Omraade ret snævert, og naar han kommer uden for det, er hans Resultater faa og usikre.

Pontoppidan (1768 p. 24) har en Gentagelse af v. Steubens Iagttagelser fra Vrads (jfr. Wilse 1798 p. 116). Bredsdorff (1828 p. 351) omtaler ganske kort Fund af »tunge sorte Slagger, som uden Tvivl skrive sig fra de gamle Smelteovne eller Esser«. »Ertsen er det sædvanlige Mosejern«. Slaggerne findes ved Sindinggaard i Hammerum Herred 10 km N. V. for Herning. J. C. Hald (1833) meddeler p. 21—22 følgende om Hammerum Herred: »Overhovedet røber hele Egnen Malmgrund; ved Kulegravning i Sindinggaards Have og Mark har man fundet mange hundrede store og tunge ertsholdige Klumper, som, efter hvad man tydeligen kunde see, havde været underkastede Ildens Paavirkning. Efter Nogles Formodning skulde dette være sket ved en Naturrevolution, men rimeligere er det, at disse Slakker skrive sig fra den Periode, da Ertsen benyttedes. Med Vished ved man, at der i ældre Tider have existeret Smelteovne i Herredets søndre Sogne, saavelsom i Vrads Herred i Nærheden af Thim og Salthen Skove. Ifølge Traditioner skal Ertsen være ført derhen fra Hodsager og Simmelkjær, ja Vejene derimellem kalde Bønderne endnu Malmveje. Naar disse Smelteovne forfaldt, og om det var af Mangel paa Skov, vides ikke. — Vi bemærke, at nogle Stykker af Ertsen fra denne Egn bleve efter Landhuusholdnings-Selskabets Foranstaltning, i Aaret 1827 oversendte til Hovedstaden, hvor den Del deraf, som med Sikkerhed kunde antages ej at være Slakker, gav, ved en dermed foretagen sædvanlig Smelteprøve i det Smaa, mellem 20 og 21 % Jern af en ret god Beskaffenhed, i det mindste som Støbejern betragtet«. Dette er antagelig kun en Gentagelse af Bredsdorffs Iagttagelse (1828); det fremgaar nemlig af Teksten, at J. C. Hald har kendt Bredsdorffs Arbejde. Nyt er derimod følgende: »Med Vished ved man, at der i ældre Tid have existeret Smelteovne i Herredets søndre Sogne«, men man faar ganske vist

ikke at vide, hvorfra Forfatteren har denne Oplysning, og da det, saavidt mig bekendt, er det eneste Vidnesbyrd, der foreligger om Jærnudvinding i de Egne (sml. dog Nyrop 1878), kunde de ovenfor anførte Udtalelser jo nok trænge til nærmere Prøvelse.

J. C. Schythe (1843 p. 744) omtaler, at der i Skanderborg Amt har fundet Jærnudvinding Sted. Han skriver, at der i Mageskifter omtales Jærnafgifter, samt meddeler v. Steubens Iagttagelse af Udvindingsaffaldet ved Vrads; imidlertid fremdrager han ikke noget nyt vedrørende disse Forhold, men giver en ret udførlig Fremstilling af den videnskabelige og økonomiske Interesse, man i vide Kredse dengang nærede for Myremalmen, og som førte til, at der blev foretaget en Del Undersøgelser over Malmens Forekomst og Karakter samt over dens Anvendelighed — Forsøg, som allerede tidligere er nævnt i dette Arbejde.

C. Nyrop (1878) prøver at naa videre frem ad den af Langebek anvendte Vej, idet han ud fra historisk Kildemateriale søger at danne sig et Begreb om den danske Jærnproduktions Størrelse, dens geografiske Udbredelse samt Tiden for dens Ophør. Hans Materiale og Metode er ligesom Langebeks rent historisk. Angaaende den geografiske Udbredelse kommer han p. 137 til følgende Resultat: »at det væsentligt har været i Ginding og Hammerum Herreder (Ringkøbing Amt), Lysgaard og Hids Herreder (Viborg Amt) samt i Vrads Herred (Aarhus Amt), at Jærntilvirkningen har været kjendt og øvet«. Denne Oversigt over Jærnudvindingens Udbredelse er i visse Henseender uheldig, da den giver overdrevne Forestillinger om Kundskaben derom. Forfatteren savner saaledes Begrundelse til at anvende Udtrykket »at det væsentligt« er i de nævnte Herreder, at Udvinding har fundet Sted, da den anvendte Udtryksmaade forudsætter, at det er paavist eller i hvert Fald sandsynliggjort, at Udvinding i mindre Grad er foregaaet i andre Egne; men dette er ingenlunde Tilfældet,

saa meget mere som det Areal, Forfatteren fastsætter som Hjemsted for Jærnudvindingen, nemlig Ginding Herred, Hammerum Herred, Lysgaard Herred, Hids Herred og Vrads Herred, i Virkeligheden maa indskrænkes noget. Dermed være ikke sagt, at Udvinding ikke har fundet Sted i hele det angivne Areal, men den er blot ikke paavist, i hvert Fald ikke med nogen Sikkerhed.

Med nogen Berettigelse kan der uddrages følgende Resultater af de Kilder, Nyrop har Adgang til. Det kan betragtes som godtgjort, at Jærnudvinding har fundet Sted i Vrads Herred, men kun i det nordlige Hjørne af dette meget store Herred. Det maa endvidere paa Grundlag af det allerede af Langebek fremdragne Arkivmateriale anses for sikkert, at en lignende Virksomhed har fundet Sted i Dele af Lysgaard og Hids Herreder, men naar dertil lægges Bredsdorffs isolerede Iagttagelse af Slagger ved Sindinggaard, som Nyrop iøvrigt ikke synes at kende, samt Kansler Klaus Gjordsens Angivelse af, at der svaredes Jærnafgifter fra Ginding Herred paa Fr. I's Tid (jfr. Nye Danske Magazin VI, 4. Hefte p. 296), saa er Bunden nærmest naaet med Hensyn til vor Kundskab om Udvindingens Udbredelse. Resten er bygget paa mere eller mindre løse og daarligt begrundede Litteraturangivelser som f. Eks. J. C. Hald 1833 og Justitsraad Fjelstrups Artikel i Ringkøbing Amtstidende 1843 samt en Notits i Traps Danmark, 2. Udg. Bd. VI p. 372, hvor der omtales en Smeltehytte ved Tovsvig i Arnborg Sogn (den sydlige Del af Hammerum Herred), som oven i Købet skulde have været den sidste; hertil bemærker Nyrop meget rigtigt: »Hvoraf vides det, at Smeltehytten i Tovsvig var den sidste?«, og han kunde have tilføjet: »Hvoraf vides det, at der overhovedet har existeret en Smeltehytte i Tovsvig?« Med andre Ord, om Jærnudvindingen i Hammerum og Ginding Herreder haves meget faa og paa en enkelt Undtagelse nær tvivlsomme Oplysninger, hvorfor en nærmere Undersøgelse var i høj Grad paa sin Plads. Nyrop undersøger

da de gamle Jordebøger og Lensregnskaber for Lundenæs Len, Bøvling Len, samt Aarhusgaard og Koldinghus Len, men finder ingen Angivelser af Jærnafgifter. Afhandlingens Fortjeneste ligger paa to Punkter: den detaillerede Gennemgang af Jordebøger og Lensregnskaber, og en skarpsindig og vistnok ubestridelig Paavisning af Tidspunktet for Udvindingens Ophør.

Efter Regnskaber fra 1541 til 1546 over Hald Slots Oppebørsler skulde der af Torning og Hinge Sogne, begge i Lysgaard Herred, svares ialt 97 Kloder Jærn, nemlig 74 af det første (med de særlig nævnte Byer Knudstrup og Skræ) og 23 af det sidste; det største Antal, der blev ydet, var dog kun 92, og for Aaret 1545—46 synker det endda til 32.

Skanderborg Lens Jordebog for 1581 viser, at den Del af Vrads Herred, som hørte under Lenet, skulde svare 23 Kloder fordelte paa Salten med 9, Kragelund med 12 og Børringhoved med 2, og hvad endelig Silkeborg Len angaar, da oplyser Jordebogen for 1586, at der skulde ydes ikke mindre end 410 Kloder Jærn fordelte paa:

Vrads Herred:		
Paarup (med 1 Yder)	5	Kloder
Hids Herred:		
Bording (1)	2	—
Vesterbording (1) ..	3	—
Mavsing (2)	18	—
Lemming (3)	6	—
Serup (5)	9	—
Sejling (8)	11	—
Ebstrup (2)	3	—
Kejlstrup (1)	12	—
Øster Kejlstrup (1).	2	—
Funder (3)	21	—
Sejl (1)	12	—
Svostrupdal (2) ...	3	—
Overgaarde (1)	4	—
Sinding (1)	2	—

Resdal (1)	2	Kloder
Nisset (3)	6	—
Kragelund (1)	2	—
Lysgaard Herred:		
Have (2)	24	—
Vor (1)	6	—
Torning (5)	40	—
Skræ (1)	6	—
Knudstrup (2)	24	—
Kjellerup (3)	12	—
Almtoft (1)	4	—
Hinge (16)	148	—
Revl (2)	12	—
Tvilum Birk:		
Voel (11)	11	—
Tilsammen ...	410	Kloder

Gaar vi frem i Tiden, ses det af Silkeborg Lens Regnskab, at den aarlige Afgift af Jærn stiger til 417 Kloder, hvilket der f. Eks. regnes med i 1611—12, men saa tilføjes: »Annammet efter Slottets Jordebog af Kgl. Majestæts Tjenere her i Lenet for 412 Kloder Jern, efterdi her nu intet Jern gøres, for hver Klode 12 ß er 66½ Dr. 1 ℔ 4½ ß.« 1611—12 leveredes der altsaa ikke Jærn i Lenet, og sikkert heller ikke senere, men ikke desto mindre figurerer Jærnafgifterne stadig i Regnskaberne. Hvor lang Tid man skal gaa tilbage fra 1611—12 for at finde Tidspunktet for Jærnudvindingens Ophør her, oplyses gennem to Kvitteringer for Modtagelse af jydsk Jærn paa Bremerholmen for Aarene 1597 og 1599; og for Aaret 1601—02 er under Overskriften: »Forsendt til Kjøbenhavn og leveret til Kjøbmænd« opført 112 Kloder Klimpjærn. Saaledes er der i hvert Fald ved Aar 1600 bleven udvundet Jærn, men antagelig har vi her at gøre med de allersidste og ubetydelige Rester af Jærntilvirkningen.

Det er altsaa oplyst, at der i Slutningen af 16. Aarh. svaredes en Afgift paa 410 Kloder Jærn til Silkeborg Len. Ganske vist haves ikke nogen Garanti for, at hele denne Mængde virkelig er indgaaet, idet det vel lod sig tænke, at en større eller mindre Del af Afgiften afløstes af en Pengeafgift, men den er i hvert Fald tidligere sikkert bleven erlagt som Jærn. Denne Fastsættelse af et Tal vilde afgive et ganske godt Grundlag for en Bedømmelse af Produktionens Størrelse, hvis det kunde oplyses, hvor meget en Klode var; men dette lader sig næppe gøre, i hvert Fald kommer Nyrop til det Resultat, at en Klode ikke synes at være et afgrænset, efter Vægt bestemt Kvantum. Forf. giver endvidere en overordentlig interessant Oversigt over de Bestræbelser, der i Midten af det 19. Aarh. var i Gang for at udnytte Myremalmen, og tillige fremsætter han nogle Formodninger om den middelalderlige Teknik, hvilke dog ikke

er synderlig vel begrundede, da de ikke er fremgaaet af en Undersøgelse af danske Forhold.

Fra arkæologisk Side er fremkommen 3 værdifulde Bidrag til Belysning af disse Forhold. Sehested (1884 p. 138) omtaler et Fund af en Jærnslagge i en Gravhøj ved Addit. Sarauw (1898 p. 91) beskriver en Udvindingsplads, som fandtes under en Gravhøj ved Nortvig i Vrads Herred; Højen var fra Folkevandringstiden, og Udvindingen maa altsaa være samtidig eller ældre. Fundets Enkeltheder skal senere gøres til Genstand for Omtale. Og Sophus Müller (1906 p. 218) meddeler, at der undertiden forekommer Jærnslagger paa Bopladser fra den romerske Jærnalder. Følgende Findesteder angives: Nortvig, Brørup, Nedergaard, Torup, Gjerlev og Rørbæk-Hovgaard.

Endelig maa anføres et Par spredte Angivelser vedrørende Jærnudvinding i Jylland. I Traps Danmark 3. Udg. Bd. V anføres, at der i Tem Sogn, Vrads Herred, ved Lokaliteten Hjortsballe er fundet Jærnslagger, og ligesaa i Vrads Sogn. Heise (1879 p. 203) anfører i Brudstykker af Viborg Bispestols Jordebog fra den sidste katolske Tid følgende Angivelse for Lysgaard Herred: »Hingy sogen. En gard, Anna Nielssis i boer, xx cloder jern«. »Summa summarum xxxiiij kloder jern«. Hvor de andre 14 Kloder stammer fra, vides ikke, idet der her mangler en halv Side i Bogen. — Erslev og Mollerup (1881—82 p. 209) optrykker en Inventarliste for Hald Slot fra 1541, hvori staar »xiij iernkloder, stuore och smaa«, og senere »sexsindtstiuge kloder iern«. — I Kancelliets Brevbøger findes fra $^{29}/_{5}$ 1561 et Brev af følgende Indhold til Hr. Otte Krumpen i Hald Len, Holger Rosenkrantz i Skanderborg og Emsborg Len og Hans Johansen Lindenov i Silkeborg Len: Da der behøves Klodejærn til Arbejdet ved Kiøpnehafns Slot, skulle de paa Kongens Vegne købe alt det Klodejærn, som kan faas i deres Len, og sende det til Hr. Herlof Trolle paa Kiøpnehafns Slot; de skulle fremdeles hvert Aar i god Tid købe alt det Klodejærn, som

falder i Lenet, til Kongen og sende det til Kiøpnehafns Slot.

Videre skal nævnes et Arbejde af Otto Blom (1868) om Materialet i den ældre Jærnalders Vaaben, hvoraf det fremgaar, at disse dels var af Svejsejærn, dels af Staal. Forf. fremsætter nogle Bemærkninger angaaende Jærnfremstillingsteknikken, der dog ligesom Nyrops ikke støtter sig paa Iagttagelser eller Overleveringer angaaende danske Forhold; jeg skal derfor heller ikke komme ind paa en Kritik af dem.

I Korthed vides altsaa følgende om Jærnudvindingen i Danmark:

Der haves Vidnesbyrd om, at Udvinding har fundet Sted allerede i den romerske Jærnalder og i Folkevandringstiden, og fremdeles i stort Omfang i det 15. og 16. Aarhundrede. Fra den mellemliggende Tid foreligger derimod ingen Oplysninger, og Spørgsmaalet er da, om det kan antages, at Virksomheden har fundet Sted i dette lange Tidsrum, eller om der muligvis har været Afbrydelser. Paa Forhaand er det nemlig ikke givet, at Udvindingen har været kontinuerlig. Man kender f. Eks. fra Toscana netop Eksempler paa indtraadte Afbrydelser i Jærnproduktionen som Følge af dybtgaaende politiske Omvæltninger (Simonin 1858 p. 557). Ligeledes afbrydes Jærnproduktionen i Steyermark 500—712 paa Grund af de Forstyrrelser, Folkevandringen fremkaldte (Beck I p. 812), og noget lignende kendes fra Kina (Richthofen II p. 500). Men da tilsvarende Omvæltninger ikke har fundet Sted her i Landet, og der ellers ikke kunde tænkes nogen Grund til, at Produktionen skulde være undergaaet andet end ganske kortvarige og tilfældige lokale Afbrydelser, kan man med nogen Berettigelse udtale, at Jærnfremstilling her i Landet er foregaaet omtrent fra Christi Fødsel til Aar 1600 uden Afbrydelse.

I Slutningen af Jærnudvindingstiden i Nørrejylland synes Produktionen at være begrænset til Egnen omkring Silke-

borg, og noget tidligere maa den antages at være ophørt i Ginding Herred. Fra Oldtiden haves forskellige spredte Fund, og Kunsten synes da at have været udbredt.

Med Hensyn til de Undersøgelsesmetoder, der har været anvendt for at klarlægge disse Forhold, maa bemærkes følgende:

Den ene Metode, den historiske: en Undersøgelse af de skriftlige Overleveringer angaaende Udvindingen, maa antages at være saa godt udnyttet af Langebek og Nyrop, at der næppe ad den Vej kan fremdrages synderlig mere. Den anden Metode, den »naturvidenskabelige«: en Undersøgelse af Sporene paa Udvindingsstederne, er derimod bleven stærkt forsømt, og Forholdet er nu engang det, at en Kombination af begge Metoder er nødvendig, hvis man skal faa et nogenlunde fyldigt Kendskab til Jærnproduktionen i Danmark.

Som Følge af dette Misforhold i Anvendelsen af Undersøgelsesmaader er vor Kundskab om Jærnudvindingen i Virkeligheden i Øjeblikket yderst mangelfuld, idet alt, hvad der vedrører Udvindingspladserne, Anlæg af Ovne, Bearbejdelse af Malmen o. s. v., kort sagt Teknikken i videre Forstand, er ganske ukendt, ligesom der fuldstændig savnes en geografisk Undersøgelse af disse Forhold, som jo i høj Grad maa være underkastet Paavirkning af geografiske Faktorer. Fra vore Nabolande foreligger nogle saadanne Undersøgelser, men dels er disses Resultater meget ufuldstændige, dels vilde det paa Forhaand være noget forhastet uden videre at sammenstille Forholdene dér og her i Landet.

Hensigten med de paafølgende Undersøgelser er da den, paa forskellig Maade at øge Kundskaben om Jærnudvindingen i Nørrejylland, først og fremmest gennem en Granskning af de Pladser, hvor den har fundet Sted.

B. FUNDBERETNINGER OM PAAVISNING AF JÆRNSLAGGER I JYLLAND.

a. Undersøgelsens Begyndelse og Metode.

I Efteraaret 1917 beskæftigede jeg mig med Studier vedrørende det danske Skovlands geografiske Udbredelse. Dette førte mig blandt andet til at gøre et Forsøg paa at klarlægge Jærnudvindingens Forhold til Skovarealet i Midtjylland. Herved benyttede jeg Nyrops Afhandling af 1878, og som anført var det det deri gengivne Brev af 27. Februar 1758 fra Aarhus-Apothekeren v. Steuben til Langebek, der gav mig Ideen til de følgende Undersøgelser, idet det aabnede den Mulighed, at de Rester fra Jærnudvindingen, som v. Steuben deri omtaler at have set ved Landsbyen Vrads, endnu kunde paavises, ligesom der kunde være Haab om at finde tilsvarende Rester andre Steder. Mine Forventninger i saa Henseende var dog paa Forhaand ikke store, da jeg paa det Tidspunkt ikke kendte de andre Iagttagelser af saadanne Rester, og jeg dannede mig den ret nærliggende Mening, at Grunden til, at man ikke kendte noget videre til Levninger fra Jærnproduktionen, var, at saadanne nu ikke mere lod sig paavise eller i hvert Fald kun med betydelige Vanskeligheder. I Løbet af Juli og August samt Oktober 1918, i Oktober 1919 og i Juli—Aug. 1920 fik jeg Lejlighed til at berejse betydelige Dele af Nørrejylland, og til min Glæde gjorde jeg da en Række Fund af Rester fra Jærnudvinding, som med Hensyn til Antal og Righoldighed langt overtraf mine dristigste Forventninger.

Det første, jeg foretog mig, var at besøge Landsbyen Vrads for at finde den af v. Steuben omtalte Udvindingsplads, som nærmere skulde kendes paa Forekomsten af Slagger, men det lykkedes mig ikke at paavise den trods flere Dages Arbejde. Slagger traf jeg ikke, og Befolkningen kendte intet til Sagen og benægtede at have set noget paa Markerne, som kunde tænkes at have Forbindelse med

Jærn eller Jærntilvirkning, og det til Trods for, at der paa Egnen var en betydelig Interesse for og Kendskab til dens ældre Historie og Topografi. Det viste sig senere, at Grunden til, at jeg ikke havde kunnet verificere v. Steubens Iagttagelse, var den, at Rester fra Jærnudvindingen paa Grund af særlige Omstændigheder kun kan erkendes i yderst sparsomt Omfang.

Foreløbig opgav jeg at finde Sporene ved Vrads, men udvidede Undersøgelsesomraadet mod Nord omtrent til Silkeborg, og jeg tilbragte da adskillige Dage med at afsøge Landsbyerne Tem, Salten, Hjortsballe, Asklev, Sebstrup og omliggende Bymarker og Heder. Den største Vanskelighed laa sikkert nok deri, at jeg ikke nøjagtig vidste, hvorledes de Ting, jeg søgte efter, skulde se ud. Jeg kunde nok gøre mig en omtrentlig Forestilling herom, men det var uhyre vanskeligt at faa Oplysninger hos Befolkningen, naar jeg kun kunde stille mine Spørgsmaal omtrent saaledes: »Har De nogensinde paa Deres Mark set noget, som ligner Smedieslagger (jydsk: Sinder), nogle tunge, sorte Ting, der har været smeltede?« Jeg vilde straks være kommet et betydeligt Skridt videre, hvis jeg havde kunnet trække en Slaggestump op af Lommen og spørge: »Har De set saadant noget før?« Hvis jeg kunde finde den første Udvindingsplads, vilde derfor Udsigten til at spore flere være stærkt øget, men mine Forhaabninger var smaa efter adskillige Dages forgæves Søgen. Jeg talte med en Mængde Mennesker af alle mulige Slags, jeg travede paa Kryds og tværs over Markerne, men uden at opdage det ringeste, og jeg var ved at opgive Foretagendet, da jeg en Dag oplevede det Held, som maatte til for at sætte Undersøgelsen i Gang. Et Tordenvejr tvang mig til at søge Ly i et faldefærdigt Husmandshus ved Asklev, og jeg benyttede da Lejligheden til at fremkomme med mit sædvanlige Spørgsmaal, om Ejeren kendte noget til, at der her var »Sinder« paa Markerne. Til min store Forbavselse svarede han ikke nej, men

sad længe og betænkte sig, og saa sagde han forsigtigt, at han maaske for mange Aar siden havde set noget, som kunde ligne det, jeg søgte. Han forklarede derpaa følgende: for mange Aar siden havde han haft en Gaard i Hjortsballe, og paa dens Mark var der dengang paa et nærmere angivet Sted en Mængde sorte, tunge »Sinder« i Jorden sammen med smaa Trækulstumper. Disse »Sinder« havde generet Dyrkningen meget, navnlig Pløjningen, hvorfor han ofte havde forsøgt at fjerne dem, men paa Grund af deres betydelige Mængde var det kun delvis lykkedes ham; om der endnu kunde ses noget, vidste han ikke, da han ikke havde set Stedet i henved 20 Aar. Jeg begav mig straks derhen, Mandens Opgivelse viste sig at være korrekt, thi Slaggeforekomsten lod sig let og sikkert paavise, saaledes som det fremgaar af nedenstaaende Beskrivelse af Forekomst Nr. 51.

Efter dette første Fund blev mine Arbejdsvilkaar væsentlig gunstigere, og jeg paaviste efterhaanden de nedenfor beskrevne Slaggeforekomster. Fremdeles kom jeg til Erkendelse af, at Udvindingsstedernes Beliggenhed i hvert Fald til Dels var bestemt ved terrainmæssige Faktorer. Udrustet med disse Erfaringer besluttede jeg at gøre et nyt Forsøg paa at finde de af v. Steuben omtalte Ovnrester ved Vrads. Apothekeren omtaler, at Slaggerne fandtes ved en Sø. Der kunde være Tale om følgende Smaasøer: Rævsø, Langsø, Kulsø og Igelsø, og Slaggeforekomsten skulde være paa den Side af Søen, der vendte mod Vrads By, jfr. følgende Sætning i det omtalte Brev: »at der paa deres (Bøndernes) Mark henimod en Sø laae en stor Mængde af saadanne Slakker«.

Markerne ved de omtalte Søer blev da undersøgte, men med negativt Resultat. Jeg blev imidlertid opmærksom paa, at der foruden de 4 nævnte Søer tidligere havde været en femte: den nu udtørrede Ansø, som laa 1500 m Nord for Vrads. I 1758 var denne Sø ikke udtørret, og den maatte derfor tages med i Betragtning. Straks fandt jeg dog intet

her, men under Efterforskningen saas det, at der mellem Vrads og Ansø har fundet en stærk Sandflugt Sted. Denne er nu dæmpet, men Flyvesandet ligger over det meste af Arealet, og flere Steder navnlig mod Vest i Vrads Sande optræder der Klitter af betydeligt Omfang. Den Mulighed var altsaa til Stede, at v. Steubens Udvindingsplads paa et eller andet Tidspunkt efter 1758 var bleven begravet af en vandrende Klit. Jeg gjorde dernæst den Iagttagelse, at der hist og her var smaa Pletter, hvor Moræneaflejringerne ikke var skjulte af Flyvesand, hvad enten det nu skyldes, at de aldrig har været dækkede, eller at Klitten er vandret over. Fremdeles oplystes det, at Sandflugten i Følge Traditionen først rigtig tog Fart her 1810—20, altsaa længe efter, at Jærnudvindingen havde fundet Sted, og jeg kunde derfor kun gøre mig Forhaabning om at finde Udvindingsrester paa de omtalte bare Pletter. Ved en fornyet og meget omhyggelig Undersøgelse lykkedes det mig 200 m Vest for Ejendommen Dunneborg, omtrent midt mellem Vrads og Ansø, at finde to typiske Jernslagger med en indbyrdes Afstand af 20 m.

Det er meget usandsynligt, at disse to Slagger kan være transporterede langvejs fra til vedkommende Plads, og det maa derfor antages, at de er producerede paa Stedet. Ganske vist er der ikke noget som helst Bevis for, at de repræsenterer de sidste sørgelige Rester af v. Steubens Udvindingsplads, men enhver Tvivl om Rigtigheden af hans Iagttagelse maa i hvert Fald anses for udelukket.

For at efterspore Slaggeforekomster udspurgte jeg dels Egnens Befolkning, dels brugte jeg i Randmorænegebetet at gaa langs med de store Stendiger, som er opførte paa Markskellene, og undersøge, om der skulde findes Slagger imellem Stenene. Hvor jeg iagttog saadanne, underkastede jeg Markerne paa begge Sider af Skellet en grundig Undersøgelse og paaviste paa den Maade adskillige Slaggeforekomster, som ellers vilde være undgaaet min Opmærksom-

hed. Metoden er primitiv og besværlig og, som jeg senere skal komme ind paa, behæftet med ret væsentlige Fejl, men det var paa Sagens daværende Standpunkt den eneste mulige — en simpel Følge af, at disse Forhold ikke tidligere har været Genstand for Undersøgelse af naturvidenskabelig Art.

Naar jeg da havde fundet en Slaggeforekomst, optog jeg en Beskrivelse af den, indsamlede Prøver af Slagger, Jærn, o. s. v., samt opmaalte dens Dimensioner, saa vidt det lod sig gøre; samtidig afmærkede jeg dens Beliggenhed og nummererede den paa mine Kortblade: Generalstabens topografiske Kort i Maalestokken 1 : 40.000.

Dernæst foretog jeg en fornyet Undersøgelse af de Slaggepletter, der syntes mindst forstyrrede og i det hele bedst egnede til Specialstudium, og foranstaltede Udgravning af dem for derigennem at tilvejebringe Materiale til Forstaaelse af Udvindingens Enkeltheder navnlig i teknisk Henseende. Ved velvillig Imødekommenhed fra Nationalmuseets og Mineralogisk Museums Side er jeg tillige bleven i Stand til at benytte det Materiale, som fra Tid til anden er indkommet dertil, og som med enkelte Undtagelser hidtil ikke har været bearbejdet.

Paa den Maade har jeg konstateret ialt 91 forskellige Findesteder for Jærnslagger i Nørrejylland. Det af mig personlig tilvejebragte Materiale bestaar af 62 Slaggeforekomster. Nationalmuseets 1. Afdelings Materiale udviser 27 Slaggefindesteder, hvoraf 2 identiske med mine; Nationalmuseets 2. Afdelings Materiale udviser 1, som er identisk med en af mine. Mineralogisk Museums Materiale er 5, hvoraf 2 identiske med mine. Ialt saaledes 90 Slaggeforekomster. Hertil kommer saa som den 91de Sehesteds Fund af en Jærnslagge i Kjeldhøj ved Addit (Sehested 1884).

Nedenstaaende meddeles en kort Beskrivelse af hvert enkelt Fund. Beliggenheden af en Del af disse er angivet paa efterfølgende Kort (p. 95).

b. Beskrivelse af de enkelte Fund.

1. Gjerum. Ved Udgravning i 1906 og 1907 af en Jærnalders Boplads ved Gjerum, Gjerum Sogn, Horns Herred, fandt Hans Kjær en betydelig Mængde Jærnslagger, ialt ca. 20 større og mindre Stumper. (Nat. Mus. C 13491 og C 13510).

2. Emb. Ved Udgravning af et ret kompliceret Jærnaldersfund ved Emb, Emb Sogn, Børglum Herred, bestaaende af flere over hinanden liggende Bopladser samt øverst en Grav fra den romerske Jærnalder fandt Hans Kjær 1910—11 ialt ca. 25 Slaggestumper. (Nat. Mus. C 14552).

3. Kraghede. Paa en ældre Jærnalders Bo- og Gravplads ved Kraghede, Ø. Brønderslev Sogn, Børglum Herred, fandt Th. Thomsen 1907 5 Jærnslaggestumper, hvoraf 3 med en Størstedimension paa ca. 7 cm og 1 med en Størstedimension paa 5 cm. (Nat. Mus. C 13245).

4. Alsbjerg. Paa en Jærnalders Boplads ved Alsbjerg, Torslev Sogn, Ø. Han Herred, fandt C. A. Nordman 1915 2 Jærnslagger. (Nat. Mus. C 16647).

5. Torup. Ved Udgravning af en Jærnalders Boplads i Torup, Skallerup Sogn, Morsø Nørre Herred, fandt Sarauw 1901 en Slagge. (Nat. Mus. C 10906).

6. Braarup. I Braarup, Ovdrup Sogn, Slet Herred, oplystes det, at man paa Markerne ved Siden af Vejen til Løgstør havde fundet noget lignende som de foreviste Jærnslaggestumper. Paa Grund af daarlige Vejrforhold og deraf følgende daarlige Iagttagelsesforhold i Jordoverfladen gav Undersøgelsen af Markerne et negativt Resultat, men Ejeren var saa elskværdig senere at sende mig 5 Jærnslaggeblokke, fundne paa Markerne. Størstedimensionerne er kun nogle faa cm, og Stykkerne udviser intet ejendommeligt.

7. Sønderlade. Under Udgravning af en Boplads fra romersk Jærnalder ved Sønderlade, Bjørnsholm Sogn, Slet Herred, fandt G. Hatt 1921 flere Slaggestumper, hvoraf 1 er en sikker Jærnslagge med forrustede Jærnkorn. Paa fri-

ske Brudflader ses fine Krystalskeletter. Ingen af Prøverne indeholder Trækul eller Aftryk af saadanne. (Nat. Mus. I 175/21).

8. Farsø. I 1897 fandt Sarauw ved Farsø, Farsø Sogn, Gislum Herred, 3 større Klumper Jærnslagge i grubeformede Fordybninger. (Nat. Mus. C 9253).

9. Nedergaard. Under en Udgravning af en Jærnalders Boplads ved Nedergaard, Giver Sogn, Aars Herred, fandt A. P. Madsen i 1898 en betydelig Mængde Jærnslagger. (Nat. Mus. C 9480—81).

10. Rørbæk-Hovgaard. Under Anlægget af en Sneskærm paa Nordsiden af Banen fra Hobro til Løgstør ved Rørbæk-Hovgaard, Rørbæk Sogn, Gislum Herred, iagttog man en Del Jærnslagger. A. P. Madsen afdækkede her 1896 en Del af en Jærnudvindingsplads og indsamlede en Del Slaggemateriale, ca. 40 Blokke, til Museet. Enkelthederne ved Fundet skal jeg omtale i en anden Sammenhæng. (Nat. Mus. C 8806).

11. Gjerlev. Ved Udgravning af en Jærnalders Boplads i Gjerlev, Gjerlev Sogn og Herred, fandt Sarauw 1901 9 større og mindre Jærnslaggestumper. (Nat. Mus. C 10898—905).

12. Bollergaarde. Ved Bollergaarde, Romlund Sogn, Nørlyng Herred, fandt Arthur Feddersen 1874 i en Brandplet sluttende sig til en Grav fra den romerske Jærnalder flere Jærnslagger. (Nat. Mus. C 3569).

13. Sparkjær. Paa Mineralogisk Museum er en lille uren, ægformet Jærnklump med en Størstedimension paa ca. 5 cm; afskallende, Overfladen stærkt forrustet. Mærket: Jærn udsmeltet af Myremalm ved Sparkjær 1869. 1776. Den maa antagelig stamme fra Landsbyen Sparkjær, Borris Sogn, Fjends Herred.

14. Haderup. Ved Haderup i Ginding Herred, 1 km Øst for Landsbyen, ved Bebyggelsen Haderis. Befolkningen i Haderup, Haderis og Højstrup kendte Jærnslagger og havde ofte iagttaget saadanne paa Markerne, men en Undersøgelse af de dyrkede Arealer, der hørte til de nævnte Landsbyer,

gav intet Resultat. Gennem en Mand, der havde Kendskab til Egnens ældre Historie, lykkedes det imidlertid at faa at vide om Fund af Jærnslagger fra 3 bestemte Steder: ved Haderis, ved et Punkt mellem Haderis og Eglund samt mellem Haderis og Hagebro. Disse Steder underkastedes en fornyet Undersøgelse, og det lykkedes da at paavise Slagger af den sædvanlige Type ved Haderis. Fundet var ikke stort, kun 4 Stumper, hvoraf de betydeligste havde en Størstedimension paa 5 cm, men det var nok til at fastslaa, at Slaggerne var af ganske samme Art som i de østligere Forekomster. Der paavistes ingen Trækulaftryk, derimod Slagger, som havde været draabeflydende. Disse Slagger optoges over et 25 m stort Areal; Findestedet var ved en østlig Sidedal til den Dal, hvori Haderup Aa løber, 500 m Sydøst for Haderis Bro; Afstanden fra Hoveddalen var 300 m. Slaggerne fandtes paa Dalens østlige Side, ca. 4 m over Dalbunden. Myremalm forekom i saa at sige alle Lavninger paa Egnen.

15. Lysgaard. Ved Lysgaard By 100 m Nord for Kirken, Lysgaard Herred. Egnens Beboere kendte godt Jærnslagger og havde mange Gange iagttaget saadanne i Markerne, men kunde ikke paavise Steder, hvor de fandtes i større Mængde. Man havde blandt andet lagt Mærke til Slaggernes store Vægtfylde og af den Grund givet dem Navnet Blysten. Paa anførte Sted laa nogle Slaggestumper, vel en halv Snes ialt, men en Undersøgelse af de omliggende Marker gav intet Resultat, bortset fra Fund af en enkelt Slaggestump hist og her. Det vilde være urimeligt at antage, at Slaggerne skulde være transporterede til Egnen omkring Lysgaard og saa spredt ud over Markerne, og man maa da tro, at de virkelig er dannede ved eller i Lysgaard By. Det førstanførte Fund gør det sandsynligt, at der tidligere har ligget en virkelig Slaggeplet paa nævnte Sted Nord for Kirken.

16—20. Kjellerup. Findestederne Nr. 16—20 ligger tæt sammen ved Bebyggelsen Vattrup 5 km Vest for Kjellerup, i

Torning Sogn, Lysgaard Herred, paa begge Sider af et Dalstrøg, hvori Tange Aa løber, alle i nogenlunde samme Højde, 2—3 m, over Dalbunden. Der er nogen Forskel saavel i Størrelsen som i Destruktionsgraden af Slaggerne, men iøvrigt er disse meget ensartede. Tillige er de forholdsvis vel bevarede og har saaledes en ret stor Betydning for Forstaaelsen af Jærnudvindingsteknikken.

16. Paa Nordsiden af Tange Aa-Dalen omtrent lige over for Forekomst Nr. 18. Højden over Dalbunden ca. 3 m. Slaggerne stak frem i Overfladen i stor Mængde og var af samme Udseende som paa de to foregaaende Fundpladser. Slaggeplettens Tværmaal var ca. 6 m.

17. Umiddelbart Øst for Vejstykket mellem Vattrup og Ungstrup, 400 m Øst for Forekomst Nr. 18. Beliggenhed paa Sydsiden af Tange Aa-Dalen, ca. 5 m over Dalbunden og paa et svagt skraanende Stykke af Dalsiden. I Overfladen fandtes enkelte Slaggestumper spredt over et Areal af ca. 15 m's Udstrækning. Ved Gravning saas under Muldlag af vekslende Tykkelse en Slaggeplet af samme Type som foregaaende, men dens Omfang kunde ikke fastslaas nøjagtigt, da den var meget forstyrret ved Dræningsgravning. Tværmaalet var snarest ca. 10 m og Tykkelsen af Slaggelaget ca. 30 cm paa det tykkeste Sted, omtrent i Midten.

18. Mellem Egnens ældre Folk var denne Slaggeforekomst velkendt og gik under Navnet Per Munks gamle Smedie. Ejeren af Grunden fortalte, at Slaggedyngen i ældre Tid havde indtaget et mindre Fladerum end nu, men til Gengæld været adskilligt højere. For en halv Snes Aar siden havde han gjort et Forsøg paa at rydde den. Det neden for liggende Aaløb blev dengang reguleret, og han brugte da nogle Slagger fra Per Munks Smedie som Fyld i en kunstig frembragt, død Arm af Aaen; Resten af Dyngen planerede han ud og pløjede derefter Marken, om end med Besvær; siden har denne faaet Lov at henligge til vedvarende Græsning. Det østlige Hjørne af Dyngen er senere forstyrret

ved Dræningsgravning. Endnu er Per Munks Smedie dog den betydeligste samlede Slaggeforekomst, jeg har set. Den fremtræder nu som en ellipseformet Forhøjning, 20×10 m stor. Slaggelagets Tykkelse er i Midten 1 m og derfra jævnt aftagende ud mod Randene. Dets Volumen er i hvert Fald over 50 m^3, og hvis Slaggernes Vægtfylde sættes til 3,5, bliver Vægten af det nuværende Slaggeindhold ca. 170,000 kg. Hvor meget der tidligere er kørt ud i Aaen, vides ikke. Slaggebunken er dækket af sparsom Græsvækst; naar man gaar paa den, klinger den svagt for Fodtrin. Gravning i den var særdeles besværlig. Langs Lilleaksen lagdes en 3 m bred og 10 m lang Kanal, og endvidere blev der gravet smaa Forsøgshuller hist og her. Der fremkom derved forskelligt til Belysning af Teknikken, som senere skal blive nærmere beskrevet og tydet. Dyngens Indhold var næsten udelukkende Jærnslagger, af ret smaa Dimensioner, i Regelen under 10 cm; imellem Slaggerne fandtes lidt sort og stærkt sværtende Jord, samt enkelte Lerklumper, Smaasten og Myremalmsklumper, hvoraf en var knust, blandet med Trækul og derefter sintret sammen, og endelig var der ikke saa faa større Trækulstumper. Ogsaa optoges to Lerkarskaar, som dog ikke gav sikre Holdepunkter for en Tidsbestemmelse; snarest er de fra Middelalder.

19. 100 m Vest for den foregaaende og 60—70 m fra Vandløbet. De største Blokke var fjernede og førte op til den Gaard, hvortil Marken hører; her saas de i en Stendynge, men de mindre Slaggestumper var i stort Antal ladt tilbage. Denne Forekomst laa i Niveau med Omgivelserne. Slaggemængden var mindre end i Forekomst Nr. 18, men alligevel stor. Tættest laa Slaggerne over en Strækning paa ca. 10 m, men iøvrigt fandtes spredtliggende Slaggestumper over et stort Areal. Mod Øst kunde de træffes omtrent hen til Forekomst Nr. 18 og mod Vest hen til og i Forekomst Nr. 20. Behandlingen af Jorden generedes i nogen Grad af Slaggerne, men der kunde godt vokse Korn, selv hvor Slaggerne laa tæt.

20. 100 m Vest for foregaaende og lignede denne meget. Slaggemængden var noget større. Dyrkningen hindredes en Del af Slaggerne, og Ejeren havde forsøgt at faa dem kørt bort, hvilket dog ikke var lykkedes ham. Denne Fundplads laa lidt nærmere ved Engen end den foregaaende; Afstanden fra Vandløbet var ca. 50 m og Højden over Engfladen ca. 4 m.

21. Torning. 250 m Øst for Præstegaarden i Torning, Lysgaard Herred, 60—70 m Syd for Vejen til Kjellerup. Paa dette Sted, nær en Skraaning, der fører ned til et lille Mosedrag, iagttoges over en Strækning af ca. 30 m en Del større Jærnslaggeblokke og Stumper af saadanne, dog ikke i betydeligt Antal. Forekomsten var imidlertid ikke ganske sikker. Den Mulighed foreligger nemlig, at Slaggerne her kunde stamme fra den følgende Fundplads, Nr. 22. Imod denne Opfattelse taler dog det Forhold, at Slaggerne fandtes paa god, gammel Kulturjord, og det maatte være rimeligst, at om man endelig vilde fjerne Forekomst Nr. 22 eller Dele af den, man da havde kørt den et Sted hen, hvor den ingen Fortræd gjorde, og ikke lagt den, hvor den skulde synes at genere lige saa meget som paa den tidligere Plads. Ogsaa kunde det tænkes, at en tilfældig Omstændighed havde flyttet nogle Slaggestumper fra Forekomst Nr. 22 ud til Nr. 21; men Slaggemængden var her for stor og for samlet til, at denne Antagelse kan gælde. Sandsynligst er det derfor, at der her virkelig er en Slaggeforekomst svarende til de andre, om end dens Indhold af Slagger er mindre end normalt.

22. Torning. I Torning Præstegaards Have, Lysgaard Herred. De større Slaggestumper var opsamlede af Præsten og anbragte i dekorativt Øjemed i nogle Stenhøje i den højere liggende Del af Haven, medens de mindre Stykker laa tilbage i stort Antal. Denne Forekomst var i Modsætning til den forrige ganske sikker. Fundpladsen var ca. 10 m stor, med mange Slagger midt inde; desuden laa en Del Smaastumper spredt over den nederste Del af Haven. Om den Del af Haven, hvor Forekomsten fandtes, oplystes, at den

først for 30—40 Aar siden var indtaget hertil, medens den højere liggende Del var langt ældre. Det nye Parti af Haven skraaner jævnt ned mod en Lavning, hvori det under Forekomst Nr. 21 omtalte Moseareal findes. Højden over Lavningens Bund er ca. 4 m.

23. Graahede. Paa Mineralogisk Museum opbevares en Slagge med en Størstedimension paa ca. 10 cm. Den er ret kompakt, og Overfladen har været ganske godt smeltet. Ingen tydelige Trækulaftryk. Stykket er mærket: »Myremalmslagge« Graahede 1869. 1777; det maa saaledes antages at stamme fra det paa Kortet afmærkede Sted, i Lysgaard Herred.

24. Vinderslev. 150 m Sydvest for Vinderslev Skole, Vinderslev Sogn, Lysgaard Herred. Forekomsten laa i Niveau med Omgivelserne. Den var ganske righoldig, men Slaggerne laa ret spredt. Ejeren oplyste, at han gennem lange Tider aarlig havde bortkørt et Par Læs Slagger derfra, uden at det dog var lykkedes ham at faa Marken renset; endvidere fortalte han, at der tidligere havde været en lille Forhøjning midt paa Fundpladsen, fuld af Slagger. Findestedet er paa en Skrænt ned mod en vestlig Udløber af Hingedalen; Højden over Dalbunden ca. 4 m.

24. Mavsing. I Mavsing By, i en Toft Nord for Vejen, 50 m Øst for den nordligste af Gaardene; Vinderslev Sogn, Lysgaard Herred. Forekomsten var særdeles typisk. Pløjningen generedes en Del af Slaggerne, men Græsset groede godt paa Stedet; Jorden var ganske svagt klingende for Fodtrin. Slaggerne laa tættest over en Strækning af ca. 10 m's Tværmaal.

26. Mavsing. 300 m Syd for Mavsing By, Øst for Vejen. Mængden af Slaggerne var ikke saa stor, at Markens Dyrkning i væsentlig Grad generedes deraf. Slaggerne var samlede op sammen med Sten, men der var blevet en Del tilbage, baade større Blokke og mindre Stykker, navnlig det sidste. Tættest laa de over en ca. 10 m stor Strækning.

Der forefandtes de sædvanlige Slaggeformer af forskellig Vægtfylde; nogle Stykker var størknede efter draabeflydende Tilstand. Der paavistes en Del Trækulaftryk, ligesom Trækulstykker fandtes mellem Slaggerne. Findestedet ligger paa et Plateau Syd for en stor Øst-Vestgaaende Dal, hvori Hinge Sø er; Afstanden til Plateauets Nordrand er 800 m. De nærmeste Omgivelser omkring Fundpladsen er svagt bakket Landskab. Myremalm forekommer i Hingedalen og antagelig ogsaa i dennes Sideforgreninger.

27. Hinge. Langs hele Nordsiden af Hinge Sø (Lysgaard Herred) og længere Øst paa kendte Befolkningen særdeles godt Jærnslagger og havde iagttaget dem enkeltvis i Marken, intetsteds derimod i Pletter med særlig mange Stykker. Ved nærmere Undersøgelse af Markerne fandtes hist og her en enkelt Slaggestump paa den dyrkede Mark imellem Affaldet mod Engen paa den ene Side og Bakkerækken paa den anden Side, som dannede Grænsen mod det højere liggende Plateau Nord for Dalen. Der paavistes Slagger 6—700 m Vest for Hinge By, 400 m Øst for Byen, 300 m Øst for Skoven samt i Nærheden af Alling Sø, men kun paa nævnte Sted 400 m Øst for Hinge By i større Antal, ialt ca. 50 Slaggestumper, deraf nogle med et Størstetværmaal af ca. 10 cm. Disse Stumper havde et fuldkommen typisk Udseende. De var ganske jævnt fordelte over en Strækning paa 100×50 m; Højden over Engfladen var ca. 18 m. Myremalm forekommer i betydelige Mængder langs Engdraget.

28. Skygge. 500 m Nordvest for Skygge Skole, Engesvang Sogn, Hids Herred. Der fandtes over en Strækning af 8 m adskillige store Slaggeblokke, indtil 20—25 cm store, næsten alle i »primært Leje«; desuden talrige mindre Slaggestumper. Mange Slagger havde Aftryk af Trækul, ligesom Trækulstumper kunde paavises mellem Slaggerne. Der var adskillige smukke Eksempler paa Størkning af draabeflydende Masse; ogsaa ensidig forbrændte Lerklumper iagt-

toges. Findestedet er i forholdsvis ung Kulturjord, lige i Randen af den dyrkede Mark. Mængden af Slagger var saa stor, at Jordens Behandling generedes deraf.

29. Engesvang (Fig. 1). 4 km Sydøst for foregaaende, 1400 m Vest for Engesvang Kirkeby, Hids Herred. Der fandtes ret betydelige Blokke med et Størstetværmaal af 25 cm, endvidere mange Slagger, som til Dels havde været draabeflydende. Trækulaftryk paavistes i flere af Slaggerne. Tillige optoges en betydelig Mængde uformede Lerklumper, 15—20 cm store, af samme Slags som de under foregaaende Slaggeplet omtalte, stærkt forslaggede paa den ene Side og ikke engang teglstensbrændte paa den anden. Man havde her iværksat en systematisk Opsamling af de større Slaggestumper og baaret dem hen til Markens Yderkanter, dels til Vejgrøften, dels til et lavt Skeldige, som gaar vinkelret paa Vejen langs Markens vestlige Grænse, men navnlig til Hjørnet mellem Grøften og Skeldiget; her var samlet en Mængde store Slaggeblokke i en Dynge, som indeholdt mindst 25 Læs Slagger foruden en Del Sten. Det kunde ikke afgøres med Bestemthed, om Slaggerne alle stammer fra Forekomst Nr. 29, eller om en Del af dem er fra Nr. 30 og 31. Muligheden for det sidste er paa Forhaand ikke udelukket, da Slaggerne fra disse tre Forekomster ikke kunde kendes fra hinanden; men Sandsynligheden taler for, at alle Slaggerne stammer fra Forekomst Nr. 29. Den Plet, hvor Slaggerne oprindelig har ligget, paavistes paa sædvanlig Maade gennem de smaa Stykker, som ikke var bleven opsamlede. Pletten viste sig at være af omtrent normal Størrelse, ca. 10 m i Tværmaal.

30. Engesvang. 1200 m Vest for Engesvang Kirkeby, 100 m Nord for Vejen til Neder-Julianehede. Anselige Blokke med et Størstetværmaal af 15—20 cm var ikke ualmindelige. Saa at sige alle Blokkene var fulde af Trækulaftryk og som Følge deraf stærkt hullede og uregelmæssigt formede; de mindede i saa Henseende om Slaggerne fra Fore-

komsterne Nr. 28 og 29. Derimod saas ikke Flader, dannede ved Størkning af draabeflydende Masse. De større Slaggestumper var systematisk opsamlede tillige med Stenene i Marken og anbragte sammen med disse langs Vejgrøften. Forekomstens Beliggenhed kunde dog fastslaas med ret stor Nøjagtighed paa Grundlag af Smaastumperne, der som sæd-



Fig. 1.

vanligt havde faaet Lov til at blive liggende; Slaggeplettens Tværmaal var ca. 10 m. Findestedet er paa Randen af den samme Terrasse som de to foregaaende, ned mod en lille, 3—400 m bred Dal, hvorigennem løber en Bæk. Myremalm kendes af alle paa Egnen og er en meget almindelig Dannelse.

31. Engesvang. 200 m Sydvest for Forekomst Nr. 30, og 100 m Syd for Vejen. Slaggerne var af væsentlig samme Type som fra Forekomst Nr. 30, men betydelig mindre. De fandtes nogenlunde jævnt spredte over en betydelig Del af Marken, men noget bestemt Sted, hvorfra de kunde tænkes at stamme, lod sig ikke paavise. Slaggetætheden

var dog størst ved det angivne Punkt, 200 m Syd for Forekomst Nr. 29.

Kragelundforekomsterne. Med dette Navn betegnes 7 Slaggeforekomster i og ved Landsbyen Kragelund, ca. 10 km Nordvest for Silkeborg, i Hids Herred. Befolkningen vidste Besked med Slaggerne og kunde nøjagtig opgive Steder, hvor der fandtes særlig mange. Flere Steder i Byen var de anvendte dels som Bygningssten, dels som Brosten.

32. Lige ved selve Byen, 200 m Syd for Vandbeholderen. Pletten fandtes paa flad Mark og havde et Tværmaal af ca. 10 m. En Mængde Smaastumper af ganske sædvanligt Udseende. De større Stykker var omhyggeligt opsamlede og for største Delen anvendte som Bygningsmateriale. En Snes større Blokke med et Størstetværmaal af ca. 15 cm henlaa dog endnu i en lille Stendynge imellem Forekomsten og Vandbeholderen.

33. I Toften umiddelbart Øst for Kragelund Kro fandtes en Del Jærnslagger spredt over et ret stort Areal.

34. Kragelund Skole er bygget paa en Slaggeplet. Omkring Bygningerne paavistes en Mængde Slaggestumper af forskellig Størrelse, de betydeligste ca. 25 cm store. Det oplystes, at man ved Planeringsarbejdet til Skolens Opførelse for faa Aar siden havde fundet »flere Læs« Jærnslagger, som for største Delen havde fundet Anvendelse som Fundament for Skolen.

35. Ca. 500 m Syd for Landsbyen laa spredt over en ca. 100 m stor Plads henved 100 Stumper Jærnslagger. Det er ikke sikkert, at der her har været en Udvindingsplads; men sandsynligst turde det være, at man her har at gøre med de sidste Rester af en saadan. Forstyrrelsen hænger da sammen med, at Dyrkningen paa vedkommende Sted er baade gammel og stærk.

36—38. 1200 m Syd for Landsbyen, i den sydlige Udkant af Bymarkerne — i Jens Dragons Hede — fandtes en righoldig Samling Slagger over en Strækning af ca. 400 m's

Længde og 200 m's Bredde. Hvor stort Antallet af Slagger var, kunde ikke bedømmes, da de laa spredt over et saa forholdsvis betydeligt Areal. — Der saas en Mængde store og tunge Slaggeblokke, indtil 30—40 cm i Tværmaal; nogle af disse havde Flader dannede ved Størkning af en flydende Masse, der var stivnet i ejendommelige, bugtede, ormformede Figurer. Undertiden indeholdt disse Slaggeblokke indsmeltede Smaasten og Sand. Desuden var der mange uformede, magre og smaastenførende Lerklumper, som havde været underkastede en ensidig Opvarmning, idet der var en jævn Overgang fra den ene stærkt forslaggede Side til den anden, der var ganske raa. Trækulaftryk sporedes ofte i Slaggerne, ligesom der laa en Mængde Trækulstumper over hele Pladsen. En Del af disse hidrørte fra en ufuldstændig Forbrænding af svær Lyng og stammede sikkert fra een eller flere Afsvidninger af Lyngvegetationen paa Stedet; de var nemlig jævnt spredt over hele Arealet med Slagger og fandtes iøvrigt langt uden for dette. Andet Trækul stammede fra Forkulning af Træer. Navnlig 3 Pletter, ca. 10 m store, med saadant Trækul og med en Mængde smaa Slaggestumper paavistes. — Marken med disse Slagger var dels dyrket, dels beplantet, kun et lille Stykke af den henlaa endnu som Hede; i den dyrkede Del var de større Slaggeblokke afsamlede og anbragte i Kanten af Plantningerne. Her som andetsteds maatte jeg da bygge min Opfattelse af den oprindelige Forekomst af Slaggerne paa den nuværende Fordeling af Smaastumperne, da disse ikke i samme Omfang som de store Stykker har generet Dyrkningen og saaledes heller ikke har været Genstand for systematisk Opsamling og Bortførsel, selv om de jo nok kan være slæbt noget rundt med Markredskaberne. — Slaggefordelingen synes da at udvise 3 Udvindingspladser godt 100 m fra hinanden. Den østligste af disse (Nr. 36) var den mindst forstyrrede; den dannede en lille Højning paa ca. 1 m, i Randen af en Plantning. De store Slaggeblokke var ikke fjernede,

men desværre var Højningens Midtparti ødelagt ved tidligere Gravning; i den sydlige Del, der var urørt, fandtes i 25 cm's Dybde en vandret Flade, mest med Aske og brændte Menneskeben, iblandet med Trækulstumper og smaa Stykker Jærnslagge. Ved den sydøstlige Ende af Askelaget laa et knust Lerkar af Form fra ældre Folkevandringstid, og under Askelaget var et Jærnslaggelag paa 15 cm. Dette Fund viser, at den Jærnudvinding, hvorom Slaggedynge Nr. 36 minder, i hvert Fald gaar tilbage til det 3. Aarh. e. Chr. Om Nr. 37 og 38 er samtidige, kan ikke sikkert afgøres. Under alle Omstændigheder er det givet, at der i de første Aarhundreder efter Christi Fødsel har fundet en meget betydelig Jærnudvinding Sted i Jens Dragons Hede. Angaaende Teknikken henvises til den senere Redegørelse. — Beliggenheden af Fundpladsen var følgende: flad Mark, omtrent ved Randen af en Sidedal til det store Dalstrøg, hvori Bøllingsø ligger. Flere Steder paa Egnen, ogsaa paa mere højtliggende Steder, hvor Afløbsforholdene af en eller anden Grund er noget vanskelige, paavistes Myremalm.

Silkeborgforekomsterne. De med Numrene 39 til 47 mærkede Forekomster sammenfattes her under Navnet Silkeborgforekomsterne. De ligger alle i et stort Dalstrøg, hvor Funderdalen, Silkeborg-Langsø-Dalen og Thorsø-Dalen støder sammen. Deres Højde over Dalbunden er ikke meget forskellig.

Tilsammen danner de en overordentlig smuk Samling af Jærnudvindingssteder, og til Forstaaelse af Teknikken har de, som det senere skal blive godtgjort, ydet værdifulde Bidrag.

39. Ca. 3 km Vest for de øvrige Forekomster, 200 m Vest for Ejendommen Kirstinelund, i Tem Sogn, Vrads Herred. Her fandtes paa svagt skraanende, dyrket Mark en Slaggeplet, 7—8 m stor og 20 cm dyb. Slaggerne var slæbt noget omkring, saaledes at enkelte Stumper fandtes spredt over Marken. Lodsejeren meddelte, at

Pletten tidligere havde haft Form som en lille Højning, ca. 5 m i Tværmaal og ca. 50 cm høj, men at han havde ryddet og planeret den for en halv Snes Aar siden, fordi den i sin daværende Skikkelse ikke kunde dyrkes. Højningen bestod helt igennem af Slagger og sort Jord. Ejeren havde iøvrigt iagttaget Slagger flere Steder paa Markerne deromkring, men det havde kun været enkelte Stumper og ikke samlede Pletter. Besidderen af Ejendommen Vesterskov samt Beboerne i Løgager kendte ogsaa Slagger, men havde ikke bemærket Steder, hvor de optraadte særlig talrigt. En Undersøgelse af Markerne omkring Løgager gav intet Resultat.

40. 100 m Vest for Ejendommen Banbjerg, i Tem Sogn, Vrads Herred. Forekomsten mindede meget om foregaaende. Den indeholdt den sædvanlige Slaggemængde i sædvanlig Fordeling. Slaggerne var slæbt noget omkring med Markredskaberne. Pletten laa i Niveau med Omgivelserne, paa en Skraaning ned mod en lille Mose 3 m over dennes Overflade og i en Afstand af ca. 100 m fra Funder Aadalen.

41. Paa en Skraaning ned mod en lille Mose ved Gaarden Bordinglund, i Tem Sogn, Vrads Herred, 150 m Nordvest for Gaarden. Forekomsten lignede ganske de andre, dog var den maaske knap saa righoldig. Dens Dybde var 18 cm. Pletten laa i Plan med Omgivelserne; dens Højde over Mosens Overflade var godt 3 m.

42. Paa Skrænten ned mod Funder Aa, 200 m Nordvest for Gaarden Gjedsølund, i Tem Sogn, Vrads Herred. I Overfladen var der kun faa Slagger. Ved Gravning paa Stedet iagttoges følgende: de øverste 10 cm af Jorden var sædvanlig Muldjord og indeholdt ingen Slagger; dybere nede kom derimod en udpræget Slaggeplet med tætliggende Slagger i sort Jord. Plettens Dybde var 15 cm, dens Størrelse ca. 7 m. Højden over Dalbunden var ca. 4 m.

43. 200 m Nordøst for Gaarden Gjedsølund. Slaggerne

fandtes over et Areal af 2500 m^2. Midt paa dette var en skarpt afgrænset Plet, 6 m i Tværmaal, hvor Slaggerne laa saa tæt, at Pletten var haard over det hele og klingende for Fodtrin; Jorden mellem Slaggerne var sort. Dybden af sort Jord og Slagger var 18 cm. Pletten laa i samme Niveau som Omgivelserne, men var ret iøjnefaldende ved sin sorte Farve og ved den Omstændighed, at Græsset voksede meget sparsomt imellem Slaggerne. Den laa paa en Rygning med Længderetning Nord—Syd, og denne Rygning hæver sig ca. 5 m over et Moseareal paa den ene Side og et Engareal paa den anden. Slaggerne fandtes paa det højeste Sted af Rygningen. Befolkningen var velkendt med Myremalmen og havde iagttaget den forskellige Steder ved Egnens Moser.

44. 400 m Syd for Forekomst Nr. 43. Den laa midt i en lille Granplantage; den nærmere Undersøgelse var derfor meget vanskelig. Slaggerne, der var ganske typiske, var slæbt en Del rundt. Pletten laa ved samme Sænkning som foregaaende, men paa den anden Side; Højden over Sænkningens Bund var 4 m.

45. 200 m Syd for Forekomst Nr. 44. Slaggerne fandtes i en skarpt afgrænset, 5—6 m stor, rundagtig Plet, i Plan med Omgivelserne; Slaggemængden var betydelig. Pletten var haard og klingende for Fodtrin, Jorden mellem Slaggerne sort. Dybden af Slagger og sort Jord var 10 cm. Marken var dyrket, og Slaggerne var slæbt lidt rundt. Slaggedyngen laa ved en Sænkning, der strækker sig i nordlig Retning fra det under Forekomst Nr. 47 omtalte store Engdrag. Paa Kanten af denne Sænkning ved en fremspringende Knude, dannet ved, at Sænkningen bøjer skarpt af i vestlig Retning, laa Pletten 4 m over dennes Bund.

46. 300 m Sydvest for Forekomst Nr. 45, og af lignende Form og Størrelse. Pletten hævede sig ikke op over Markens Niveau. Slaggemængden var saa betydelig, at Jorden var haard og klingende for Fodtrin, Jorden mellem Slaggerne sort; Dybden af Slagger og sort Jord var 20 cm. Træ-

kulrester paavistes mellem Slaggerne. Forekomsten var beliggende paa en Skrænt ned mod det under næste Nr. omtalte Engdrag og i en Højde over Dalbunden af ca. 4 m.

47. 300 m Syd for Ejendommen Nyholm, i Tem Sogn, Vrads Herred, i Randen af et Kær. Slaggepletten dannede en skarpt afgrænset Højning. Da Marken henlaa i vedvarende Græsning, var Plettens Bevaringstilstand bedre end de øvrige Silkeborgpletters. Dimensionerne var ret betydelige, største Tværmaal 9 m, mindste 6 m; største Tykkelse 86 cm. Dyngens Volumen var i hvert Fald ikke under 20 m^3; med en Vægtfylde paa 3,5 vil den altsaa veje mindst 70,000 kg. Overfladen var sparsomt græsklædt, Slaggestumper sad frem alle Vegne, og Pletten var svagt klingende for Fodtrin. De egentlige Slagger var gennemgaaende ret smaa, sjældent mere end 10 cm store. Imellem Slaggerne var lidt Jord, sort og stærkt sværtende paa Grund af Kulstofindhold. I Dyngen fandtes flere stærkt forrustede, flade Jærnstumper, endvidere Trækul, et Stykke uforkullet Egetræ, nogle Klumper Myremalm og 3 Lerkarskaar, som mulig er fra Oldtid; hist og her mellem Slaggerne var forkullede Rester af Blade af Løvtræer, i Regelen i smaa Dynger af en lille Haandfulds Størrelse. — 2 m Øst for Slaggedyngen fandtes Rester af et stensat Ildsted. — I Kæret var ingen Myremalm, men inde i Thorsø-Dalen 1 km østligere paavistes den i rigelig Mængde.

48. Rudstrup. 3 km Sydøst for de foregaaende, 300 m Nordøst for Bebyggelsen Rudstrup, i Tem Sogn, Vrads Herred. Over en Strækning af ca. 10 m's Størrelse laa Slagger ret tæt og i saa stor Mængde, at Dyrkningen besværliggjordes derved. Udenfor fandtes spredtvis Slaggestumper. Paa et nærliggende Skel saas Slaggeblokke. — Findestedet er omtrent ved Randen af Plateauet ned mod Thorsø-Dalen, i en af de afløbsløse Fordybninger. I Bunden af Fordybningen fandtes Tørv, og ca. 5 m over dennes Overflade var Slaggepletten. Myremalm fandtes i nærliggende Fordybninger.

49. Hjortsballe. Ved Vejen mellem Tem og Asklev, ca. 3 km Øst for Vejkrydset i Asklev, 50 m Nord for Vejen (Tem Sogn, Vrads Herred). I Vejgrøften laa en Del større Slaggestumper; 15—20 andre sad frem i Jordoverfladen paa Randen af en Skraaning ned mod Vejen.

50. Hjortsballe. 100 m Syd for foregaaende, paa Randen af en tilsvarende Skrænt paa den anden Side af Vejen. Flere Slaggeblokke saas i Vejgrøften, hvilket foranledigede Iagttagelsen af Nr. 49 og 50. Paa angivne Sted var en kredsrund, ca. 15 m vid Plet, i hvilken et Par Hundrede Slaggestumper stak frem i Jordoverfladen. Smeltede Flader og Trækulaftryk paavistes. Der optoges enkelte Lerkarskaar sammen med Jærnslaggerne, men det kunde ikke sikkert afgøres, om Jærnslagger og Lerkarskaar hørte sammen, og heller ikke lod Skaarene sig nærmere tidsfæste. Ved Dyrkningen, som ikke paa det nuværende Tidspunkt syntes at besværliggøres af Slaggerne, var der slæbt en Del Stumper uden for den angivne, kredsrunde Plet. Alle større Blokke var omhyggelig afsamlede og anbragte paa Rad i Vejgrøften.

51. Hjortsballe. Ved Bebyggelsen Hjortsballe (Tem Sogn, Vrads Herred), Syd for Vejen mellem Tem og Asklev ligger to Gaarde ca. 200 m fra Vejen, med en indbyrdes Afstand af 400 m; mellem deres Marker gaar et Skeldige af Sten. Ved Undersøgelse af dette saas Slagger mellem Stenene; der fandtes flere store Blokke med en Længde af 30 cm, samt en Mængde mindre; adskillige havde Aftryk af Trækul, hvoraf de største maalte ca. 2 cm. Markerne paa begge Sider undersøgtes, og paa Marken Øst for Diget iagttoges Slaggestumper over en Strækning af et Par Tønder Land. Tætheden var mindst i Udkanten af Arealet, men tiltog ind mod Midten. I Udkanten kunde findes en Slaggestump paa hver 50 m^2, i Midtpartiet steg Tætheden derimod til 2 Stykker paa hver m^2, og i selve Centrum fandtes en 7 m stor, kredsrund og ret skarpt afgrænset Plet, hvor Tætheden steg til 50 Slaggestumper pr. m^2. I disse Tal er

kun medregnet de Stykker, som stak frem i Overfladen; de var som Regel smaa, med en Længde af højst 5 cm.

52. Hjortsballe. 125 m Nordvest for Forekomst Nr. 51, paa den anden Side Stendiget. Fundpladsen var i det væsentlige af samme Art som foregaaende, dog var Tætheden i Midtpartiet noget mindre. Slaggerne fandtes spredt over ca. 1 Td. Land. Der syntes at være færre store Slaggestykker end paa foregaaende Plads. Mange Trækulaftryk iagttoges. — Angaaende Beliggenheden af Nr. 51 og 52 maa bemærkes følgende: de findes midt paa et Plateau, som begrænses mod Syd af Salten Aadalen og mod Nord af Thorsø-Dalen, med en Afstand af 2 km til begge disse Dale. 1 km Sydøst for Forekomsterne strækker sig et Mosedrag i Retningen Sydvest—Nordøst; det indeholder enkelte Steder Myremalm, blandt andet ved Landsbyen Fogstrup, ligesom der forekommer Myremalm i flere af de afløbsløse, kedelformede Fordybninger, hvoraf der findes flere især i den nordlige Del af Plateauet.

Paa Mineralogisk Mus. opbevares to Slaggestumper, den ene mrk: Hjortsballe 468 . 1879 . Ottesen, den anden: Tem Sogn . 1876 . 1270 . Ottesen. De maa antages at stamme fra en af Forekomsterne Nr. 48—52, men viser intet usædvanligt.

53. Tømmerby. I en Sidedal til Salten Aadalen, umiddelbart Vest for det store Skred: »Slusen« og c. 1500 m O. S. O. for Tømmerby, Tem Sogn, Vrads Herred, fandtes enkeltliggende Jærnslagger spredt over et ret stort Areal, i Stendyngerne ved en Ejendom og langs Markskellene ligeledes enkeltliggende Slagger. Den tidligere Ejer oplyste, at der i sin Tid paa Marken havde været en Plet med større Slaggemængde end ellers. Denne Plet kunde nu imidlertid ikke findes.

54. Engetved. Ved Engetved Gaarde i Salten Aadalen, Tem Sogn, Vrads Herred, lige ved Engkanten skal være en kredsrund Plet med Jærnslagger. Meddelelsen er sand-

synligvis rigtig. Myremalm findes i stor Mængde i Dalen. I 1922 søgte jeg forgæves at finde Pletten, men i en Stendynge mellem Gaardene laa flere Stykker Jærnslagge.

55. Addit. I en Jærnaldershøj, Kjeldhøj, ved Addit, Sønder Vissing Sogn, Tyrsting Herred, fandt Sehested mellem Stenene, som fyldte en Grav foroven i Højen, en Jærnslagge (Sehested 1884 p. 138. Pl. XXVII fig. 1).

56. Vinding Overskov. Ved Gravning af Render til Bøgekultur i Vinding Overskov, Vinding Sogn, Tyrsting Herred, stødte man i 1897 paa et Lag Jærnslagger 31 cm under Overfladen. Stedet besøgtes af A. P. Madsen i 1898. Paa Nationalmuseet findes ca. 7 l Slagger (mest Smaastumper), samt enkelte større, ensidig forbrændte Lerklumper. Mange Trækulrester. (Nat. Mus. C 9254).

57. Vrads. Formentlig den af v. Steuben omtalte Forekomst ved Landsbyen Vrads, Vrads Sogn og Herred. Den Sø, v. Steuben omtaler, maa antagelig være den nu udtørrede Ansø, der laa 1500 m Nord for Vrads. Eftersøgningen gav i første Omgang et negativt Resultat, men senere lykkedes det 200 m Vest for Ejendommen Dunneborg, midt imellem Vrads og Ansø, at finde tre typiske Jærnslagger, den ene indtil ca. 10 cm stor, de to andre noget mindre, men alle med betydelig Vægtfylde (ca. 4), sorte og med Aftryk af Trækul. Interessant var endvidere Paavisningen af Rester af fire gamle Smedier i det nævnte Omraade. En laa Øst for Dunneborg, en anden 100 m Øst for Vejen fra Vrads til Ansø Mølle, Nord for Ejendommen Lavlund; efter en tredje var der Smedieslagger og Murrester i selve Landsbyen, 100 m Øst for Kirken, og endelig fandtes Rester af en fjerde Smedie 1500 m Nordvest for Landsbyen lige ved Vejen til Store Hjøllund. Denne Paavisning af ikke mindre end 4 gamle Smedier paa et Areal af knap 2 km^2 i denne i Nutiden særdeles tyndt befolkede Egn er ganske ejendommelig. Smediernes Alder kunde ikke bestemmes, ingen nulevende huskede, at nogen af dem havde været i

Brug, men der gik i Egnen et Sagn om Dunneborg Smeden. Øjensynlig maa der have været Grunde til, at der boede særlig mange Smede netop paa dette Sted, bl. a. den, at her er et Krydsningspunkt mellem en gammel Øst-Vest-gaaende og en Nord-Syd-gaaende Færdselsvej; ogsaa kan tænkes, at der her har været let Adgang til at udvinde Jærn.

Sandsynligheden taler da for, at der har ligget en Udvindingsplads imellem Vrads og Ansø, men at Resterne efter denne Virksomhed er blevne næsten fuldstændig dækkede af Sandflugt.

58. Løve. 1 km S.S.O. for Landsbyen Løve, Bryrup Sogn, Tyrsting Herred, fandtes i Gaasdal Banker Slaggestumper spredt over flere Tdr. Land, omtrent helt ind til Landsbyen. Ved nærmere Undersøgelse af Markerne saas i Gaasdal Banker, paa Toppen af en Bakke en kredsrund Plet med en Del Slagger. Hvad der her sad frem i Overfladen, kunde omtrentlig anslaas til et Vognmandslæs. Slaggerne var af forskellig Karakter, nogle blærede og lette, andre tætte og meget vægtfyldige og sorte. Der iagttoges uregelmæssigt formede Lerklumper, som var stærkt brændte paa den ene Side. Ogsaa fandtes en Del Trækul. Afgrænsningen af Pletten var ikke ganske skarp, idet Slaggerne var slæbt noget ud ved Markens Dyrkning, men Tværmaalet skønnedes at være ca. 7 m. Det maa antages, at Slaggestumperne paa Markerne ind mod Byen stammer fra Slaggedyngen i Gaasdal Banker og er blevne ført dertil med Markredskaber eller paa lignende Maade; dog er det ikke udelukket, at der kan have ligget selvstændige Slaggedynger nærmere Byen, men disse kan i hvert Fald nu ikke mere paavises, idet Jorden inde ved Byen forlængst er opdyrket, medens Jorden i Gaasdal Banker er mager og først i den nyeste Tid er indtaget til Dyrkning (jfr. Forholdene ved Kragelund).

59. Rodvigsballe. Paa Proprietærgaarden Rodvigs-

balles Mark, Græstrup Sogn, Tyrsting Herred, 300 m Vest for Skovens vestlige Kant fandtes paa Randen af et Plateau 8 Slaggestumper med en indbyrdes Afstand af indtil 20 m. Den største Blok var ca. 30 cm i længste Maal. Alle Stumperne var typiske. Trækulaftryk iagttoges ikke. — Paa Grund af uheldige Forhold (frossen Jord med lidt Sne) kunde en mere indgaaende Undersøgelse af Fundstedet ikke iværksættes. .

60. Nørre Snede. 200 m Syd for Vejkrydset i Landsbyen Nørre Snede, Nørre Snede Sogn, Vrads Herred, iagttoges ved Foden af Gravhøjen Bavnehøj en Stendynge, som antagelig stammer dels fra selve Højen, der nu var meget afgravet, dels fra den omliggende Mark. I Stendyngen fandtes flere Slaggestykker, indtil ca. 10 cm store. Et Stykke var meget vægtfyldigt, et andet havde Aftryk af Trækul. En nærmere Undersøgelse af Marken viste, at der fandtes Slaggestumper spredt over største Delen af den; omtrent midt imellem Bavnehøj og Skolen var en ca. 10 m stor Plads, hvor Slaggestumperne forekom talrigere end ellers i Marken. Ogsaa i Højens Fyld optoges Slagger.

61. Velgaarde. Ved Velgaarde, Klovborg Sogn, Vrads Herred, fandt Th. Thomsen paa en Jærnalders Gravplads nogle Jærnslagger. (Nat. Mus. C 11313—25).

62. Nortvig. Under Udgravning af en Høj med en Grav fra Folkevandringstiden ved Nortvig ca. 4 km Syd for Nørre Snede, Nørre Snede Sogn, Vrads Herred, fandt Sarauw i 1896 betydelige Rester fra Jærnudvinding. Paa Højens Overflade laa enkelte Jærnslagger, i Højens Stensætning var flere Steder indpasset Jærnslagger, og hvad der er særlig vigtigt, i selve Gravens Fyld under Stenlægningen fandtes Slagger. Endvidere fremdroges to Ildsteder med Blæserør-Tude, som jeg senere skal komme tilbage til. (Nat. Mus. C 8774. Sarauw 1898 p. 91).

63. Nortvig. Samme Aar (1896) fandt Sarauw og Thomsen ved Undersøgelse af en Jærnalders Boplads paa

en tilgrænsende Ejendom ligeledes fyldige Rester efter Jærnudvinding. Paa Markens Overflade kunde opsamles Skaar af Lerkar samt Jærnslagger, og Ejeren erklærede at have oppløjet og fjernet en stor Mængde Slagger. I selve Bopladsen optoges Slagger i stort Antal, dels spredt i Fylden, dels under saadanne Forhold, at der var Sikkerhed for, at de tilhørte Oldtiden. Ogsaa var der meget Trækul og rødbrændt Ler. (Nat. Mus. C 8808—8905. S. Müller 1906 p. 218). I 1918 kunde endnu iagttages en Mængde Jærnslagger over et ca. 100×200 m stort Areal. 100 m Syd for dette Sted saas en Mængde Trækulrester.

64. Vester Sogn. Paa Nationalmuseet opbevares nogle Prøver fra et Slaggelag i Vester Sogn, Nørvang Herred, men uden nærmere Oplysninger. Der er ialt 5 Slaggestumper, hvoraf den største maaler 14×10×4 cm, har Trækulaftryk og er størknet i ormformede Figurer. Alle er typiske Jærnslagger. (Nat. Mus. C 8736).

65. Moesbygaard. Ved Udgravning af en Jærnalders Boplads og Grav ved Moesbygaard, Husby Sogn, Ulvborg Herred, fandt Hans Kjær i 1918 nogle faa Jærnslagger. (Nat. Mus. C 17545).

66. Sindinggaard. I Sindinggaards Have, Sinding Sogn, Hammerum Herred, 10 km Nordvest for Herning findes den af Bredsdorff (1828 p. 351) omtalte Forekomst. Gaardens Beboere kendte intet til den. En Undersøgelse af Haven viste imidlertid, at de af Bredsdorff omtalte Slagger endnu kunde spores. 50 m Nordvest for Stuelængen i Køkkenhaven fandtes nemlig en 12—15 m stor Plet med Slagger af den sædvanlige Type. Ikke synderlig mange, (12—15) Stumper sad frem i Overfladen, men Gravningen viste, at Mulden i hvert Fald til et Par Spadestiks Dybde indeholdt Slagger, der med Hensyn til Størrelse og Udseende ganske svarede til Overfladens. Mange i Tal var de dog ikke. Slaggestumperne var ret smaa, sjældent over 5—6 cm. Der sporedes en Del Trækulaftryk, ligesom de

sædvanlige, fra Størkningen af draabeflydende Masse hidrørende Former paavistes i større Mængde. Jorden, hvori Slaggerne laa, afveg ikke fra almindelig Havejord, og Trækulstumper kunde ikke paavises. Befolkningen i og omkring Sinding og Ørre kendte Slaggerne og mente at have iagttaget dem flere Steder paa Markerne. Det lykkedes at fremskaffe bestemte Angivelser af Fundpladser. Disse afsøgtes, men med negativt Resultat, ligesom en, ganske vist noget tvivlsom, Angivelse af et Slaggefund ved Simmelkjær heller ikke førte til noget. Myremalm fandtes i store Masser paa alle lavtliggende Steder i Egnen.

67. Tovdal. Ved Ejendommen Tovdal 500 m Vest for Arnborg Kirke, i Arnborg Sogn, Hammerum Herred, 25 m Vest for Ejendommens Have. Paavisningen var vanskelig, fordi Slaggeforekomsten var dækket med et Muldlag, ganske som Tilfældet var med Forekomst Nr. 42. Den overlejrede Jord stammede fra en Mergelgravning, der havde fundet Sted umiddelbart ved Siden af og til Dels i selve Slaggeforekomsten. Slaggerne fremtraadte som et 10—15 cm tykt Lag i Mergelgravens Side, 5—6 cm under Jordoverfladen. Forekomstens Grænser paavistes ved Gravning. Den var af kredsrund Form, 6 m i Tværmaal, men paa den Side, hvor Mergelgravningen havde fundet Sted, var bortskaaret et indtil 2 m bredt Parti. Slaggerne var af typisk Art, men ret smaa, indtil 10 cm i Tværmaal, og Jorden imellem dem stærkt sort og sværtende. Mængden var saa stor, at Gravning var forbunden med betydelige Vanskeligheder. Trækulaftryk fandtes i Mængde.

Pletten var skarpt afgrænset, og kun meget faa af Stumperne var spredt ud over det omgivende Terrain. Der fandtes et Stykke Jærn i Jorden 2 m fra Forekomstens Grænse, men det fremgik ikke af Lejringsforholdene, om det havde nogen Tilknytning til denne.

Forekomsten fandtes i en Sidekløft til Rind Aadalen, lige ved dennes Udmunding i Skern Aadalen. I Kløftens

Bund var gravet en Del Mergelgrave, og de oprindelige Overfladeforhold var af den Grund forstyrret noget, men saa vidt det kunde ses, havde Forekomsten ligget 3—4 m over Kløftens Bund; i Kløften løb en ganske lille Bæk. Forekomsten laa paa en svagt skraanende Flade, Jorden omkring den var udyrket og bar heller ikke Spor af at have været dyrket i en lang Aarrække. Myremalm fandtes mangfoldige Steder i Egnen. Efter Sigende blev aldrig søgt forgæves efter den ved Skern Aa, ved Rind Aa og ved Søby Aa, ligesom der fandtes betydelige Lejer længere Øst paa ved Kølkjær, Søby og Malmkjær.

Som nævnt angiver Trap — vistnok efter Meddelelse fra Justitsraad Fjelstrup til Sindinggaard — og efter ham Nyrop (1878), at der ved Ejendommen Tovsvig i Arnborg Sogn 4 km Nordøst for Forekomst Nr. 67 har staaet en Smeltehytte, som oven i Købet skulde have været den sidste; de mere oplyste af Egnens Beboere vidste udmærket godt, at der havde været en saadan, og var meget stolte af, at det var den sidste, der havde været i Brug her i Landet. Efter deres Angivelse har den ligget 1600 m Øst for Landevejen ved en Gaard umiddelbart Nord for Søby Aa, og det fortaltes endvidere, at der fandtes en Mængde Slagger i Gaardens Have. Denne Gaard har tidligere hørt under Tovsvig og var en Afbyggergaard fra den. For saa vidt var alt saaledes i Orden, men uheldigvis viste det sig, at der ikke var fjerneste Spor af en Udvindingsplads at finde paa angivne Sted, hvorimod der var et stort Myremalmsleje imellem Gaarden og Aaen, og dette Leje strakte sig op i den nederste Del af Haven, som var aldeles oversaaet med smaa Myremalmsblokke, antagelig komne frem ved Jordbearbejdelse. Myremalmen var ualmindelig haard og sort, men trods grundig Undersøgelse lykkedes det ikke at finde en eneste Stump, som bar Spor af at have været udsat for høj Temperatur.

Dernæst undersøgtes de Marker, som i sin Tid havde

hørt under Tovsvig, men nu laa under flere forskellige Ejendomme; heller ikke her fandtes dog mindste Spor efter Jærnudvinding. Myremalm var der nok af, men ikke en eneste Slaggestump. En benyttet »Smeltehytte« uden Slagger er ganske utænkelig, hvorimod det godt er muligt, at en Slaggeforekomst kan unddrage sig Iagttagelse; den kan overdækkes, bortgraves, eller der kan bygges en Gaard over den o. s. v., men der er ringe Sandsynlighed for, at den forsvinder saa fuldstændigt, at ikke mindste Spor af den kan paavises, naar der foreligger en bestemt Angivelse at gaa efter. Den Mulighed er dog heller ikke udelukket, at Justitsraad Fjelstrups Meddelelse til Trap kan bero paa en Forveksling af en noget usædvanlig Form for Myremalm med Jærnslagger. Angivelsen af, at der har været en »Smeltehytte« ved Tovsvig, og navnlig, at denne har været den sidste, bør saaledes modtages med en Del Tvivl. Paa den anden Side kan det anførte dog ikke anses for et fyldestgørende Bevis for dens Ikke-Eksistens, men et saadant lader sig ifølge Sagens Natur vanskeligt føre. Endelig er der den Mulighed, at der foreligger en Forveksling af Navnene Tovsvig og Tovdal, og at det Fund, der omtales hos Trap, i Virkeligheden er den af mig paaviste Slaggeforekomst ved Tovdal.

68—73. Brande. Om Fund af Jærnudvindingsrester ved Brande, Brande Sogn, Nørvang Herred, fremkom i Dagbladet Jyllandsposten $^{15}/_{2}$ 1921 en længere Beretning, om hvis Enkeltheder der vel kan være nogen Usikkerhed, navnlig hvor den kommer ind paa tekniske Tydninger; iøvrigt er den paalidelig nok. Der blev fundet en Blok, som vejede henimod 100 kg, og en Mængde mere eller mindre vægtfyldige Slagger. Endvidere omtales Fund af ildsprængte Sten, Aske, Trækul m. m.

68—72. Paa »Petersborg« Mark ved Brande, Brande Sogn, Nørvang Herred, fandt Sarauw 1897 5 Jærnudvindingspladser, hvorfra Prøver indsamledes. Intet sikkert Grund-

lag for en Tidsbestemmelse foreligger. (Nat. Mus. C 9134 —35).

73. Ved Udgravning af nogle Høje ved Brande, Brande Sogn, Nørvang Herred, fandt Sarauw i 1905 en Jærnslagge. (Nat. Mus. C 13130).

74. Thyregod. Ved Udgravning af nogle Jærnaldershøje ved Thyregod, Thyregod Sogn, Nørvang Herred, fandt Sarauw i 1912 12 stærkt jærnholdige Klumper, dels Slagge (mest), dels Myremalm (enkelte). Det største Stykke er 15×16×9 cm. Slaggerne hidrører fra en Stendynge i Bunden af Højen. I en nærliggende Høj fandtes ligeledes Jærnslagger. (Nat. Mus. C 11665 og C 11674).

75. Ringgive. Ved Ringgive, Ringgive Sogn, Nørvang Herred, fandt Sarauw i 1902 et Par Jærnslagger, den ene i en Stenbunke paa Landevejen, den anden paa Overfladen af en udgravet Høj. (Nat. Mus. C 11721 og C 11727).

76—77. Grindsted og Hejnsvig. I Grindsted, Grindsted Sogn, Slavs Herred, fandtes i Anlægget paa den sydlige Side af Aaen flere store Slaggestumper. En Blok optoges bag Talerstolen og flere i et lille, kunstigt Vandfald, anbragte i dekorativt Øjemed sammen med andre »Sten«. Disse Slaggeblokkes Oprindelse kan ikke med Sikkerhed fastslaas; de formodes at være komne fra Hejnsvig, ca. 8 km Sydøst for Grindsted. Det var ret betydelige Blokke, indtil ca. 25 cm store, med tydelige Trækulaftryk ganske som Slaggerne ved Kragelund og Engesvang. — Endvidere skal nævnes, at der i Kirkegaardsdiget i Grindsted er fundet en mægtig Luppe, d. v. s. Resultatet af en enkelt Jærnudvindingsproces, paa ca. 100 kg, som tidligere har siddet indmuret i Diget, men nu beror hos Gartner Pedersen i Grindsted, indlemmet i dennes Samling. (Nærmere om denne Luppe, se senere. Den menes ligeledes at være tilført fra Hejnsvig).

I Anlægget fandtes endvidere i Gangen langs Aaens Erosionsskrænt, ca. 100 m Vest for Vejen smaa Slaggestumper.

Gartneren oplyste, at man ved Anlæg af Gangen paa dette Sted i en Dybde af ca. 20 cm var stødt paa et Lag Slagger af ringe Tykkelse. Af disse Slagger var forskellige Prøver opsamlet og opbevaret. Det viste sig at være typiske Jærnslagger, langt bedre smeltede end de oven for omtalte Hejnsvig-Slagger, men der var tydelige Trækulaftryk, om end i ringere Mængde.

Forholdene i Hejnsvig kunde desværre ikke undersøges nærmere, men Meddelelsen er sandsynligvis korrekt, saaledes at man maa antage Tilstedeværelsen af en Jærnudvindingsplads ved Hejnsvig.

Lindeballeforekomsterne. Med dette Navn betegner jeg Forekomsterne Nr. 78—88, alle liggende indenfor en Afstand af 5 km fra Landsbyen Lindeballe 23 km V. N. V. for Vejle, i Lindeballe Sogn, Tørrild Herred. At jeg har faaet saa mange Forekomster med, skyldes væsentlig Lærer Rasmus Mortensen i Lindeballe, som har indsamlet en Række udmærkede Iagttagelser angaaende Jærnudvinding i Egnen. Fra Lærer Mortensen stammer endvidere den Luppe, som opbevares i Nationalmuseets 2. Afdeling (D 9524), afgivet dertil af Museets 1. Afdeling. Den fandtes ligesom Grindsted-Luppen i Kirkegaardsdiget.

78. 500 m Nordøst for Vejkrydset i Lindeballe, nær Bunden af et Dalstrøg. Forekomsten karakteristisk, men ret stærkt forstyrret; lidet righoldig.

79. Om denne foreligger Indberetning til Nationalmuseet af Lærer Mortensen, 5/10 1917 (Nat. Mus. D 9524). I Gravhøjene Tvillinghøjene, ca. 1 km Vest for Vejkrydset, findes Jærnslagger overalt i Fylden; det er i Regelen mindre Stumper af et fuldkommen typisk Udseende. Tillige forekommer brændte Lerklumper. Det indsendte Fund bestaar af en halv Snes Smaastumper, indtil 5 cm store, tildels med Trækulaftryk og »smeltede Flader«; desuden af nogle ensidig forbrændte Lerklumper. — Ved Besøg paa Stedet i 1919 og 1920 fandt jeg Forholdene overensstem-

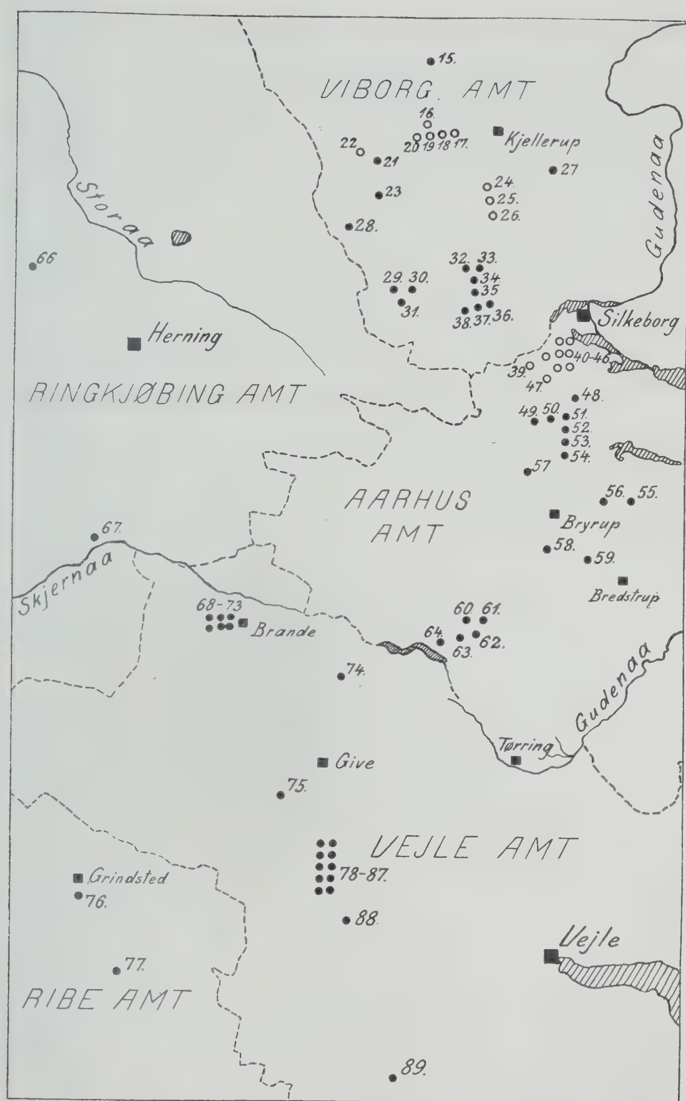


Fig. 2. Kort over Jærnudvindingsstederne i Midtjylland.
● Herdgrubeteknik, ○ Grydeteknik.

mende med foranstaaende. Paa Markerne Vest for Højene laa talrige smaa Slaggestumper spredt over et ret betydeligt Areal; mulig er Højfylden hentet derfra.

80. Ca. 100 m Sydøst for foregaaende. Ret stærkt forstyrret og Slaggeindholdet for en stor Del opsamlet, saaledes at Dyrkningen ikke generedes. Over en Strækning af 5—6 m laa Slaggerne væsentlig tættere end udenfor. Forekomsten var paa en lille Ryg Nord for en Bæk, 5—6 m over denne.

81. Ca. 100 m Syd for foregaaende, paa Sydsiden af den omtalte Bæk lige i Engkanten. Forholdsvis velbevaret. Den omtales af Lærer Mortensen i den anførte Indberetning. Udstrækningen var 6 m, Tykkelsen af Slaggelaget 15—20 cm. Der fandtes Trækulstumper, ensidig brændte, uformede Lerklumper samt smaa Stumper Myremalm. En af Mortensen foretaget Udgravning viste, at Leret under Slaggerne over en ca. 1 m stor Strækning havde været Genstand for Opvarmning.

82. 2 km Sydvest for Vejkrydset ved den nordlige Udkant af Lindeballe Skov fandtes ligeledes en karakteristisk, men ret forstyrret Slaggeplet paa flad Mark.

83. I Trindkjær i Lindeballe Skov, i Kanten af en Eng. Ikke særlig rig paa Slagger; smaa Trækulstumper; Ler.

84. 1 km Syd for foregaaende, i den østlige Udkant af Skoven, fandtes paa flad, dyrket Mark en ret stærkt forstyrret Slaggeforekomst.

85. I det aabne Terrain mellem Aast Skov og Lindeballe Skov, paa Skraaningen ned mod et Engdrag var en Forekomst med saa stort Slaggeindhold, at det i nogen Grad generede Dyrkningen. Der var dels sket en systematisk Opsamling, dels var Slaggerne slæbt noget rundt med Markredskaber, saa at den oprindelige Slaggeplets Omfang vanskelig kunde bestemmes.

86. Ca. 100 m Øst for foregaaende, men noget lavere liggende paa samme Skraaning som denne. Størstedelen af Pletten var forstyrret ved Vejanlæg, og dens Udstrækning

kunde derfor ikke bestemmes. I den bevarede Del var Slaggelaget indtil 15—20 cm tykt.

87. 1 km Øst for Nr. 70, paa den nordlige Side af Bakkepartiet Møllebjerg og ca. 1500 m Sydøst for Vejkrydset i Lindeballe fandtes paa flad, dyrket Mark en stærkt forstyrret Slaggeplet lige ved Skrænten ned mod en tørvefyldt Lavning.

88. Ved Rostrup, 5 km Sydøst for Lindeballe og 200 m Øst for Thorhøj fandtes enkelte Slagger spredt i Jordoverfladen; i en Stendynge ved den Gaard, hvortil vedkommende Mark hører, laa flere Slaggeblokke, men nøje at angive, hvor disse er opsamlede, er ikke muligt.

89. Egtved. Paa Mineralogisk Museum opbevares en meget stor Slaggeblok, skænket det af Museet paa Koldinghus, som 1898 har modtaget den fra Jungsgaard ved Egtved, ca. 15 km Nordvest for Kolding, Egtved Sogn, Jerlev Herred. Blokken er meget interessant og skal senere nærmere omtales. Her skal kun bemærkes, at den maa gælde som Bevis paa Jærnudvinding ved Egtved.

90. Brørup. Ved Udgravning af en Jærnalders Bo- og Gravplads ved Brørup, Brørup Sogn, Malt Herred, fandt Sarauw og Blinkenberg i 1902 flere Jærnslagger og en Klump Myremalm, deraf een i Stenrammen om en Grav. (Nat. Mus. C 10987, Sophus Müller 1906, p. 218).

91. Vester Vedsted. Ved Udgravning af en Jærnalders Gravplads ved Vester Vedsted, Vester Vedsted Sogn, Ribe Herred, fandtes i 1913 2 smaa Jærnslaggestumper og en lille Klump Myremalm. (Nat. Mus. C 16302).

C. KRITIK OG DISKUSSION AF RESULTATERNE.

Indenfor de beskrevne 91 Slaggeforekomster træffes dels konstante, dels varierende Forhold. Variationerne kan skilles i to Grupper, nemlig een Gruppe kendetegnet ved, at Forekomsternes Indhold veksler, og en anden Gruppe, hvor Fordelingen af Slaggerne skifter.

Som det senere skal blive godtgjort, maa der skelnes mellem to Arter Slaggedynger. Særkendet for den ene Art er, at den indeholder smaa kulsorte Slaggestumper, der er størknede fra tyndflydende Tilstand. Den anden Art indeholder store Slaggeblokke med mange og store Trækulaftryk og desuden Blokke, hvis Overflade viser en Størkning fra sejgtflydende Tilstand i nogle ejendommelige, ormformede Figurer (Fig. 3). Disse to Arter repræsenterer hver sin særegne Teknik, men ved de nærmest følgende Betragtninger er der ingen Grund til at skelne imellem dem.

Indholdet af den enkelte Forekomst kan veksle ret betydeligt — hvilket i det væsentlige er ensbetydende med en Variation af Slaggeformerne, idet man i de mere righoldige Forekomster altid kan træffe Slagger, der i ydre Karakter afviger fra hinanden. Nogle er ganske tætte, tunge og sorte, medens andre er blærede, lette og lyse i Farven; mellem disse Yderpunkter er der dog alle Overgange. Denne Vekslen genfindes inden for næsten alle Forekomster; kun i de mest forstyrrede træffer man hovedsagelig den tunge Slaggeform, en Følge af, at den er mere modstandsdygtig over for Tidens Ødelæggelser end den lette og blærede.

Vekslingen i Slaggeforekomsternes ydre Form er meget betydelig. Det ene Yderpunkt repræsenteres f. Eks. af Nr. 18 og Nr. 47, der fremtræder som lave, jævnt rundede Forhøjninger med en nogenlunde skarp Afgrænsning, uden for hvilken der kun findes faa Slagger. Det andet Yderpunkt repræsenteres af Nr. 14, 15, 59 m. fl., der bestaar af enkeltliggende Slaggestumper. Imellem disse to Yderpunkter er der, som nys nævnt, alle mulige Overgange. Om Nr. 24 og Nr. 39 er det oplyst, at de endnu for faa Aar siden har hævet sig som smaa Forhøjninger over Omgivelserne ganske som Nr. 18 og Nr. 47, men de respektive Lodsejere har nu udjævnet dem, saaledes at de ligger i

Niveau med Marken. De har derved antaget samme Udseende som Silkeborgforekomsterne med Undtagelse af Nr. 47. Karakteristisk for dem er, at der er en udpræget Forskel mellem et Midtparti med mange Slagger, der ligger saa tæt, at Jor-



Fig. 3. 1/2.

den bliver haard og svagt klingende for Fodtrin, og et Yderparti med enkeltliggende Slaggestumper. Man træffer dernæst alle Overgange til en Forekomsttype, hvor Grænsen mellem Midt- og Yderparti udviskes og til sidst helt forsvinder; men stadig træffes en betydelig større Slaggetæthed i Midten af Forekomsten end i dens Yderparti. Endelig kan ogsaa den centriske Fordeling ophøre, og vi kommer da til den rent diffuse

Form, som repræsenteres f. Eks. af Nr. 27. I denne Trinrække af Former iagttages en stadig Formindskelse af Slaggemængden, og det ligger nær at aflede dem alle fra en Forekomst af Kuglekalotform og at antage, at Forandringerne er Udtryk for en fremadskridende Ødelæggelse fremkaldt ved Jordbearbejdningen. Som det svageste Spor efter Jærnudvinding staar endelig Fundet af enkelte Slagger, f. Eks. Nr. 57.

Den foreliggende Fortegnelse over Jærnslaggeforekomster gør ikke Fordring paa at være fuldstændig. Det har selvfølgelig været ugørligt at gaa aldeles systematisk til Værks og gennemlede hver eneste Mark i det undersøgte Omraade; denne Metode har kun kunnet anvendes, hvor der var bestemte Spor at gaa efter. Man kan jo ikke være vis paa at faa alle Forekomster med uden at anvende nævnte Metode over hele Terrainet; men selv om man tænkte sig Muligheden af at gøre det, kunde man i heldigste Tilfælde kun opnaa at faa alle de Forekomster med, som lader sig paavise, men der er Erfaringer for, at en Del af de tidligere Slaggepletter ved Jordens Dyrkning eller paa anden Maade er blevne forstyrrede i saa høj Grad, at de nu ganske unddrager sig Iagttagelse. Det er altsaa paa Forhaand haabløst at tænke paa at finde alle de Steder, hvor der i Jærnudvindingstiden er henlagt Slagger, og vi maa derfor nøjes med en Brøkdel af dem, i dette Tilfælde 91.

Som det fremgaar af foranstaaende Beskrivelser, har Eftervisningen af flere af Slaggeforekomsterne været forbunden med betydelige Vanskeligheder; saaledes vil det gaa med flere og flere, og med vore Dages intensive Jordbehandling vil de sidste Spor af Jærnudvindingen sikkert forsvinde i Løbet af en ret kort Aarrække, hvor ikke særlige Forhold træder beskyttende til. Ganske karakteristisk i saa Henseende er Forholdene ved Hinge. Lensregnskaberne for Silkeborg Len viser, at der i Aaret 1586 svaredes en Afgift af 148 Kloder af 16 Ydere i Hinge, hvilket var betydelig mere end nogen anden Landsby i Silkeborg Len leverede,

idet Torning var Nr. 2 med kun en Ydelse af 40 Kloder fordelte paa 5 Ydere. Selv om det nu ikke er givet, at hele denne Mængde virkelig er bleven leveret, er det dog hævet over enhver Tvivl, at Hinge har haft en efter Forholdene meget betydelig Jærnproduktion, men som det fremgaar af Beskrivelsen af Forekomst Nr. 27, er det nu vanskeligt overhovedet at paavise Spor af denne Virksomhed ved Hinge; de indskrænker sig til, at man rundt omkring paa Bymarkerne kan træffe enkelte Slagger, samt ved Forekomst Nr. 27 har fundet et halvt Hundrede Slaggestumper spredt over et Areal, der er 100 m paa den ene Led og 50 m paa den anden. Sporene er altsaa ikke synderlig iøjnefaldende, og man skal se sig temmelig godt for, hvis man ikke vil overse dem; i Løbet af nogle Aar vil det sikkert være praktisk talt umuligt at finde Rester fra Jærnproduktionen ved Hinge, og paa samme Maade vil det gaa mangfoldige Steder, hvor det ikke allerede er sket.

Resultatet af denne Udvikling er, at den paaviste Fordeling af Slaggeforekomsterne, saaledes som den fremgaar af Oversigtskortet Fig. 2, kun tilnærmelsesvis giver et rigtigt Billede af Jærnproduktionens Udbredelse og relative Størrelse i den paagældende Del af Nørrejylland. Men selv om vi havde haft alle de endnu paaviselige Forekomster med, saa vilde de endda ikke give noget absolut nøjagtigt Billede af Produktionsforholdene, fordi de paaviselige Slaggeforekomsters Fordeling ikke alene bestemmes af Produktionsforholdene, men tillige af Destruktionsforholdene. Hvis vi vil betragte Fordelingen af Slaggeforekomster paa Oversigtskortet som et Udtryk for Produktionens Udbredelse og Fordeling, er der altsaa to Fejlkilder, der maa regnes med, nemlig for det første den, at Iagttagelsesrækken er ufuldstændig, og for det andet den ikke mindre vigtige, at de destruerende Faktorer indvirker ikke blot paa Udseendet af den enkelte Slaggeforekomst, men tillige i det lange Løb paa Antallet og Fordelingen af de paaviselige

Forekomster, i Særdeleshed hvis de virker med forskellig Styrke i de forskellige Egne.

Den første Fejlkilde kan man til en vis Grad komme ud over, efterhaanden som Iagttagelsesrækken bliver saa fuldstændig, at det maa antages, at største Delen af de paaviselige Forekomster er kommen med. Den anden Fejlkilde, »Destruktionsfejlen«, er derimod langt vanskeligere at fjerne. Den væsentligste Aarsag til Destruktionen er Dyrkningen af Jorden, og som Følge deraf vil den være stærkere, jo ældre og mere intensiv Dyrkningen er. I den Henseende er der sikkert nogen Forskel paa de forskellige Dele af Udbredelsesomraadet. Man kan maaske i al Almindelighed gaa ud fra, at Jordbehandlingen vil være bedst, der hvor Jorden er frugtbarest og Gaardene mindst. Ligeledes skal bemærkes, at Udvindingspladsernes Alder maa komme til at spille en Rolle derved, at Destruktionen vil være størst i de ældste, i alle andre Forhold lige. Den Slags almindelige Betragtninger kan imidlertid med Lethed opstilles, men det vil være vanskeligt at faa et Maal for Destruktionens relative Størrelse i de forskellige Landsdele, og derigennem et Middel til at uddrage sikre Slutninger angaaende Jærnudvindingens Omfang i de paagældende Egne ud fra Fordelingen af Jærnudvindingspladser.

Angaaende Oprindelsen af Slaggedyngerne kan der for de isoleret liggende Dyngers Vedkommende næppe være nogen Tvivl om, at hver af dem svarer til en Udvindingsplads; den Mulighed, at de kunde være transporteret de betydelige Afstande, det her drejer sig om, er saa ringe, at den ganske kan afvises.

Hvor Forekomsterne ligger tæt sammen, saaledes som Tilfældet er flere Steder, bliver Forholdet noget anderledes, idet man da ikke uden en nærmere Undersøgelse tør gaa ud fra, at hver Slaggedynge svarer til en Udvindingsplads. Tværtimod vil den Forklaring flere Steder synes ret nærliggende, at Slaggeforekomsterne i en bestemt Gruppe alle

stammer fra en og samme Ovn. Hvis man betragter Silkeborgforekomsterne, vil det ses, at Forekomsterne Nr. 39—47 inkl. ordner sig vifteformet omkring et Punkt, som ligger lidt Sydøst for Gaarden Bordinglund, og at Afstanden fra dette Punkt til de fjernestliggende af Forekomsterne er ca. 600 m; der er saaledes intet til Hinder for, at deres Oprindelse kunde forklares ved, at der har staaet en Jærnovn i Nærheden af Bordinglund, som har arbejdet i lange Tider. Naar Slaggemængden da er bleven for stor, kunde man have kørt nogle Læs bort og læsset dem af paa et tilfældigt Sted i Udkanten af de dyrkede Marker, hvor de ingen Fortræd gjorde. Denne Forklaringsmaade maa dog, som vi skal se, afvises, idet det maa antages, at ogsaa ved Silkeborgforekomsterne hver Slaggeforekomst repræsenterer en Udvindingsplads for sig. Det skal saaledes bemærkes, at Beliggenheden er temmelig konstant, bestemt ved visse stærkt udprægede, terrainmæssige Faktorer. Egnen omkring Bordinglund er ret ejendommeligt og stærkt udviklet. Det vældige Dalstrøg, hvori Forekomsterne ligger, begrænses mod Nord og Syd af to Plateauer med en Højde af 100 m o. H. Dalstrøget dannes ved, at Thorsødalen forener sig med Silkeborg-Langsø-Dalen til en kæmpemæssig Sænkning, der er 60 m dyb; mod Øst har den en Bredde af 2 km, men mod Vest afsmalner den og gaar jævnt over i Funderdalen. Sænkningens Bund dannes af en nogenlunde plan Flade, der ligger ca. 30 m over Havet, men denne Flade afbrydes visse Steder af nogle ejendommelige Bakkepartier, hvis Højde over Dalbunden er ca. 30 m; foroven har de et nogenlunde fladt Parti, som med stejle Skrænter falder ned mod 30 m-Fladen. De nogenlunde flade Strækninger i Terrainet ligger altsaa i tre forskellige Højder, nemlig 100 m, 60 m og 30 m, og Forbindelsen mellem dem dannes af ret stejle Skraaninger. Dalbunden, altsaa 30 m-Fladen, henligger som Søer, Moser eller Eng, 60 m-Fladen er ret sandet, dyrket Jord, 100 m-Fladen det sædvanlige midtjydske Morænelandskab,

som her er ret stærkt bakket, fordi det befinder sig i umiddelbar Nærhed af den store midtjydske Randmoræne. Skrænterne mellem Fladerne er for en stor Del skovklædte eller henligger som Agerland.

Højst ejendommeligt er det nu, at Silkeborgforekomsterne næsten alle ligger paa Skrænterne ned mod 30 m-Fladen, i en Højde af nogle faa Meter derover. Denne Konstans i Beliggenheden vilde være meget besýnderlig, hvis vi havde med en tilfældig Henlæggelse af generende Affald at gøre. Dertil kommer en Omstændighed, som ganske vist kun gælder for enkelte af Forekomsterne, men som for disse spiller en væsentlig Rolle i nævnte Forbindelse, nemlig at Stederne, hvorpaa disse Forekomster ligger, paa Grund af deres Beliggenhed midt paa en stejl Skrænt er ganske utilgængelige for tungtlæssede Køretøjer, og man kan dog vanskeligt tænke sig, at Jærnproducenterne skulde have transporteret saa store Slaggemængder, som det her drejer sig om, paa anden Maade end med Hest og Vogn. For de sidstnævnte Forekomsters Vedkommende maa da nødvendigvis antages, at de er producerede paa Stedet, og som Følge af den omtalte ejendommelige Ensartethed i Udseende, Begrænsning samt terrainmæssig Beliggenhed maa tillige hævdes, at det samme gælder de øvrige Forekomster. Vi kommer altsaa til det Resultat, at hver enkelt af Silkeborgforekomsterne repræsenterer Affaldet fra en Udvindingsplads for sig, og at disse Udvindingspladser har ligget paa de Steder, hvor Slaggedyngerne nu findes.

For et Par andre Lokaliteters Vedkommende kunde der nok være Tale om, at flere Slaggedynger stammede fra en og samme Ovn — f. Eks. Kjellerupforekomsterne Nr. 16—20 —, men for disse gælder de samme Betragtninger som for Silkeborgforekomsterne. Beliggenhedens Konstans er her tilmed særdeles udpræget.

For Kragelundforekomsterne gælder — saaledes som det fremgaar af Beskrivelserne af det store slaggeførende Areal

Syd for Byen —, at Antallet og Beliggenheden af Ovne ikke er ganske klar. Fordelingen af Slagger synes at vise 3 Ovnpladser i den sydlige Rand af Bymarken, men der er muligvis kun 2; her har imidlertid de forstyrrende Faktorer været meget virksomme, og en absolut sikker Udredning af Forholdene vil næppe være mulig.

Spørgsmaalet bliver dernæst, i hvor stort Omfang man maa tillægge Fund af enkeltliggende Jærnslagger Betydning, en Vurdering, som navnlig gælder det paa Nationalmuseet beroende Materiale.

Nogle af Museets Fundangivelser beretter om betydelige Slaggemængder, f. Eks. Nr. 1, 2, 8, 9, 10, 56, 62, 63, 64, 68—72, 74 og 90. Dertil maa endvidere henregnes det smukke Stykke paa Mineralogisk Museum, Fund Nr. 89, men for nogle af Museumsfundenes Vedkommende samt for enkelte af mine egne gælder det, at Materialet er yderst sparsomt, idet nogle faa Slaggestumper er alt, hvad der er paavist. Det gælder Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 21, 23, 53, 57, 61, 73, 88 og 91.

Angaaende Fundene Nr. 15, 21, 23, 55 og 61 kunde med Rimelighed gøres den Bemærkning, at Slaggerne i dem mulig stammer fra en Jærnudvindingsplads, som er identisk med en af de i Nærheden paaviste Pladser; for de allerflestes Vedkommende vil jeg dog anse det for usandsynligt. En Transport af et saa værdiløst og tungt Materiale som en Jærnslagge over en Strækning af 6—7 km er ikke meget trolig, og man maa som Helhed betragte disse Enkeltfund som et Vidnesbyrd om, at der inden for en ret snæver Omkreds har ligget en Udvindingsplads. Samme Betragtning maa anlægges over for de isoleret liggende, sparsomme Slaggefund Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14 og 73. Det er meget usandsynligt, at Slaggerne i dem stammer fra andre af de paaviste Forekomster, og det maa antages, at Fremstillingsstedet for disse har været i Nærheden af Fundstedet.

Det Resultat er saaledes naaet, at de mere righoldige

Slaggefund (altsaa de allerfleste) maa antages at betegne den nøjagtige og de fattigere den omtrentlige Beliggenhed af et tilsvarende Antal Udvindingssteder for Jærn. Gennem Studiet af Teknikken bestyrkes denne Antagelse yderligere.

D. DEN DANSKE JÆRNUDVINDINGS TEKNIK.

a. Malmen.

Brunjærnsten er den eneste Jærnmalm, som findes her i Landet i større Lejer. Betegnelsen dækker i Virkeligheden over flere saavel kemisk som genetisk forskellige Jærnforbindelser. Processerne, som fører til deres Dannelse, synes i Hovedsagen at være følgende: ved de jærnholdige Mineralers Forvitring fremkommer opløselige Jærnsalte, som føres bort og udfældes som Brunjærnsten eller Limonit paa de Steder, hvor Betingelserne for en saadan Proces er til Stede. Udfældningen synes bl. a. at bero paa det Forhold, at Ferroforbindelser iltes til Ferriforbindelser; dette kan finde Sted ved Bakteriers Hjælp (Ehrenberg 1836, Winogradsky 1888, Molish 1910, Lieske 1911, Harder 1919), men sandsynligvis kan Atmosfærens Ilt direkte og uden Planters Medvirkning frembringe denne Iltningsproces, hvorhos man med Nørregaard (1916) og Naumann (1922) maa antage, at klorofylførende Planter ogsaa kan være virksomme i saa Henseende. En anden Jærnudfældning finder Sted derved, at det opløste Jærn uddriver Calcium af Calciumkarbonat (Wesenberg-Lund 1901, Clarke 1920 p. 528—29). Uagtet der imidlertid foreligger en meget omfangsrig Litteratur om disse Spørgsmaal, trænger de dog paa mange Punkter til en nærmere Undersøgelse, men jeg skal ikke ved denne Lejlighed komme ind paa en mere indgaaende Drøftelse af Problemerne.

Den Limonit, som findes i Jylland, kan i hvert Fald efter ydre Kendemærker adskilles i 4 Typer, nemlig Bønnemalmen, Okkermalmen, den faste Myremalm og Jærnal.

Bønnemalmen findes paa Bunden af de fleste af vore Indsøer (Wesenberg-Lund 1901 og 1917), men er hidtil kun paavist i større Mængde i Furesø og Tjustrupsø. Den er dannet ved, at det i Vandet opløste Jærn har fortrængt Ca af $CaCO_3$ i Bløddyrskaller. Den findes i Regelen mellem 8 og 11 m's Dybde. I denne Forbindelse maa anføres, at der i de svenske og finske Søer findes forskellige Sømalme, som fra gammel Tid har været Genstand for Udnyttelse. Malm-»Fangsten« er sket med ganske primitive Skraberedskaber, som er afbildede dels hos Swedenborg (1734 Tab. VII) og dels hos Aarnio (1918 fig. 11), hos Ambrosiani (1921) og Naumann (1922). For Tiden findes kun eet Jærnværk i Sverrig og muligvis et Par Værker i Finland, som gaar paa Sømalm; ved det svenske Værk, der ligger i Åminne i Småland, benyttes moderne tekniske Hjælpemidler saasom Muddermaskine til Optagning og Vaskning af Malmen, og Reduktionen finder Sted i en lille Højovn. — De fennoskandiske Sømalme optræder i 4 forskellige Former, nemlig Ærtemalm, Penningmalm, Skraggmalm og Sort-Kugler (Mn-holdig Sømalm), hvis kemiske Sammensætning meddeles f. Eks. hos Nørregaard (1916) og Aarnio (1918). Om Tilblivelsesmaaden er der nogen Uenighed. Nørregaard (1916) mener, at Udfældningen foraarsages baade af Bakterier og Klorofyl-Planter samt ad uorganisk Vej, Aarnio derimod, at Udfældningen af Jærnoxyd-gelen sker paa de Steder i Søerne, hvor der stiger jærn- og humus-holdigt Grundvand ud i Søen, uden Medvirkning af Organismer.

Den danske Bønnemalm og de fennoskandiske Sømalme er altsaa forskellige, saavel hvad Forekomst som Tilblivelse angaar, og man maa paa Grund af Bønnemalmens Dybdeforhold tro, at den ikke har været benyttet til Jærnfremstilling. Jeg har da heller aldrig fundet Bønnemalm imellem Jærnslaggerne.

Okkermalmen er den mest udbredte af vore Jærnmalme. Efter mine Iagttagelser bestaar de jydske Jærnmalmlejer

hovedsagelig af denne Malmsort, og dette fremgaar ogsaa af de Undersøgelser, som i 1918 blev iværksat af Industriraadets Studiekommission. Undersøgelsen omfattede 3 Lejer, nemlig et Leje i Langstrup Mose i Asminderød Sogn, Frederiksborg Amt, et Leje ved Østrupbæk i Kirkerup Sogn, Københavns Amt, og endelig et Leje ved Løvskal i Skjern Sogn, Viborg Amt. Alle 3 Lejer bestaar hovedsagelig af Okkermalm. Dennes Udseende veksler en Del, navnlig gælder det Farven, som skifter fra meget mørkebrun til lysegul; Malmen er smuldrende og meget porøs.

Den faste Myremalm danner i Regelen underordnede Lag i Okkermalmen, men i visse Lejer er det den herskende Malmform. Dette er Tilfældet i en Del af de Malmlejer, som findes langs de vestjydske Aaer, og man kan i mange Tilfælde paavise den i Aalejernes Brinker, hvor den staar frem som en haard Kant.

Jærnal endelig er dannet ved en Sammenkitning af Sandkorn og Sten med Brunjærnsten. Alens Sammensætning og Udseende varierer en Del. Dannelsen af den beror sikkert for største Delen paa de samme Iltninger og kolloidkemiske Omsætninger, som maa antages at spille saa stor Rolle for de andre Brunjærnstensformers Tilblivelse. Jeg har iagttaget Jærnalen flere Steder i Nørrejylland, navnlig i Siderne af de store subglaciale Smeltevandsdale. Disse Dales Bund ligger i Regelen dybere end de tertiære Lerlags Overflade, hvorfor der et Stykke oppe paa Dalsiderne udspringer en Række Kilder, hvis Vand er ret jærnholdigt; og dette Jærnindhold udfældes da ned ad Dalsiden, hvor det sammenkitter Sand og Sten til Jærnal.

Den eneste af disse Jærnmalme, jeg har fundet Spor af paa Udvindingspladserne, er den faste Myremalm, og det har formentlig været den, der i Regelen er bleven benyttet til Jærnfremstillingen; Muligheden for Anvendelse af Okkermalmen og Jærnalen er dog ikke udelukket, medens Bønnemalmens Beliggenhed som anført har dannet en væsentlig

Bekjendtgjørelse.

Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet har under 12te April 1855 og 27de Juni 1878 bifaldet følgende Bestemmelser til Ordens Opretholdelse ved det offentlige Forsvar af Afhandlinger for Erhvervelsen af akademiske Grader, nemlig:

1. Forsvarshandlingen styres af Fakultetets Dekanus eller af en anden dertil af Fakultetet udnævnt Professor. Styreren giver Ordet og paaser, at Handlingen foregaar paa en værdig Maade; han kan paalægge en Opponent at ophøre, og i fornødent Fald afbryde Handlingen. Styreren deltager ikke selv i Disputationen. Foruden de officielle Opponenter ere de Medlemmer af Fakultetet, under hvis Videnskabs Fag Disputatsens Æmne hører, og som ej have lovlig Forfald, pligtige til at overvære Forsvarshandlingen.
2. Berettigede til at optræde som Opponenter ere ordentligvis kun akademiske Borgere uden Hensyn til Livsstilling, samt Kandidaterne fra det polytekniske Institut og det forrige kirurgiske Akademi. Andre, som ønske at opponere, maa derom forud henvende sig til vedkommende Fakultet.
3. De, som ville opponere, have at melde sig hos Fakultetets Dekanus *inden* Begyndelsen af Handlingen; dog kan Styreren ogsaa give Tilladelse under selve Handlingen, men uden at betage dem, som tidligere have meldt sig, Forretten.
4. Der tilstaas ordentligvis hver af Opponenterne ex officio $1^1/_2$ Time og hver Opponent ex auditorio $^3/_4$ Time, derunder indbefattet den Tid, Doktoranden behøver til at give Svar; dog kan Styreren, for saa vidt som Antallet af de anmeldte Opponenter tillader det, tilstaa en længere Tid. Hele Handlingen maa ikke vare over 6 Timer.
5. Foranførte Bestemmelser skulle indtil videre trykte medfølge enhver Disputats.

Dette bekjendtgjøres herved til Efterretning for alle Vedkommende.

Konsistorium, den 3dje Juli 1878.

C. Holten.
(L. S.)

Goos.

Hindring for dens Paavisning og »Brydning«. — I en Mængde af Slaggedyngerne var mindre Klumper af kompakt Myremalm, og i Kjellerupfundet Nr. 18 fandtes noget pulveriseret Malm og tillige en Klump, som viste den Ejendommelighed, at den først var pulveriseret, dernæst blandet med Trækul og derefter ophedet, hvilket havde medført en begyndende Sammensintring.

Angaaende Terminologien er at bemærke, at man ved Myremalm i Regelen forstaar saavel Okkermalm som fast Myremalm. Denne Sammenfatning af to Former, som i hvert Fald i deres typiske Skikkelse er ganske forskellige, berettiges ved, at der findes Overgange imellem dem, og den Antagelse er da nærliggende, at den faste Myremalm udvikler sig af Okkermalmen. Nørregaard (1916) mener, at denne Omdannelse er et simpelt Segregationsfænomen, hvorimod Aarnio (1918) antager, at Forandringen skyldes en Overgang fra Gel-Tilstand til krystallinsk Modifikation. Den kemiske Sammensætning synes da ogsaa at holde sig uforandret, bortset fra nogen Vandafgivelse. Angaaende Myremalmens Sammensætning anfører Forchhammer (1869), at dens Indhold af Jærn ligger mellem 40 og 50 %, samt at den rummer en ringe Mængde Fosforsyre, medens den har det store Fortrin at være svovlfri[1]. Fuldstændige Analyser forefindes hos Rørdam (1894); disse gengives her, da de, saa vidt mig bekendt, er de eneste, der er offentliggjorte. Malmen stammer fra forskellige Lag i Nordsjælland. Prøverne er analyserede efter at være tørrede til konstant Vægt ved 100°.

---

[1] De herhen hørende Problemer er i den nyeste Tid behandlet af E. Naumann i en Række fortrinlige Arbejder, hvoraf de vigtigste er de i Litteraturlisten anførte fra 1919 og 1922. Der forefindes heri talrige Analyser af de forskellige Malmsorter. Ligeledes gives der en udmærket Oversigt over disses Dannelsesmaade og Udbredelse i Syd- og Mellem-Sverrig, hvoraf det fremgaar, at man navnlig finder Sø- og Myremalm i Småland, Dalsland og Värmeland.

TABEL I.

Rigere Malme.

		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
Egentlig Myremalm	Fe_2O_3	68,00	54,25	60,55	74,75	63,06	65,25	64,52
	Mn_2O_3	0,42	2,30	—	0,29	0,22	1,11	6,65
	Ca O	0,92	0,50	—	—	1,18	—	—
	Mg O	0,29	0,84	0,56	0,32	—	1,24	—
	H_2O	11,62	11,09	13,44	16,02	11,21	13,47	13,91
	P_2O_5	2,29	1,37	3,38	1,10	1,69	2,24	2,26
$CaCO_3$........		2,36	2,07	1,44	0,42	1,46	6,62	7,05
Sand og Ler ...		13,22	26,85	14,26	6,83	19,97	9,22	4,16
Humusstoffer ..		0,74	0,85	6,23	1,13	0,66	0,68	0,78
Ialt...		90,86	100,12	99,86	100,86	99,45	99,93	99,33
Vægtfylde......		2,785	3,072	3,123	2,872	2,908	2,724	2,522

TABEL II.

Fattigere Malme.

		Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10
Egentlig Myremalm	Fe_2O_3	46,90	43,98	26,84
	Mn_2O_3	5,95	2,72	1,67
	Ca O	3,44	0,90	—
	Mg O	3,68	—	1,52
	H_2O	9,28	5,02	7,93
	P_2O_5	2,73	2,11	1,69
$CaCO_3$		3,34	3,55	1,31
Sand og Ler.......		23,27	38,71	58,73
Humusstoffer......		1,29	2,90	—
Ialt...		99,88	99,89	99,69
Vægtfylde.........		2,913	2,791	2,652

En simpel Ristning, hvorved det kemisk bundne Vand og de tilfældigt indblandede Humusstoffer gløder bort, vil berige Malmene i en kendelig Grad. Tabel III viser dette for Malmene Nr. 1—7:

TABEL III.

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
$F_2\ O_3$	77,71 %	61,53	75,51	89,30	72,00	76,00	76,22
altsaa metallisk Jærn Fe	54,40 %	43,07	52,85	65,51	50,40	53,24	53,36

Endvidere kan i Følge velvillig Tilladelse fra Industriraadets Studiekommission meddeles følgende Analyser af Okkermalm fra Løvskal, Skjern Sogn, Viborg Amt, udført ved Prof. Kr. Rørdam paa Landbohøjskolens agrikulturkemiske Laboratorium.

TABEL IV.

Nr.	Sten over 2,0 mm	Finjord under 2,0 mm	Fugtighed gaar bort ved 100°	Glødetab efter Tørring ved 100°	$Fe_2\ O_3$	$P_2\ O_5$	$S\ O_3$	$Ca\ CO_3$	Sand	Ialt
1	2,13	97,87	4,19	13,26	60,28	0,483	0,026	0	21,30	99,54
2	1,75	98,25	7,70	4,92	22,26	0,066	0,015	0	64,93	99,89
3	0,98	99.02	16,56	9,96	49,62	0,430	0,031	0	23,08	99,68
4	0	100,00	1,30	3,33	16,91	0,109	0,076	64,70	13,54	99,93
5	0,10	99,90	3,50	10,33	56,25	0,201	0,027	0	29,50	99,81
6	0	100,00	25,85	9,21	48,08	0,611	0,004	0	15,67	99,43
7	0,09	99,91	16,43	3,63	25,25	0,863	0,026	22,37	30,55	99,11
8	0,30	99,70	0,65	24,40	48,24	0,504	0,043	0	25,54	99,38
9	0	100,00	4,92	15,41	68,50	0,174	0.104	0	10,17	99,28
10	0,09	99,91	23,95	8,23	36,07	0,839	0,010	0	30,31	99,41

Alle Tallene angiver Mængden i Procent, og alle Kolonnerne med Undtagelse af de to første er beregnede som Procent af Finjordsvægten.

Disse Analyser af dansk Myremalm stemmer udmærket med tilsvarende fra andre Steder (Senft 1862, v. Bemmelen 1901, Clarke 1920 o. m. a.).

Myremalmens kemiske Sammensætning ses at variere inden for ret vide Grænser. De bedste Sorter indeholder

efter Ophedning til 100° ca. 60 % Fe_2O_3, Mn-Indholdet er ringe og overstiger sjældent et Par Procent; der er paa dette Punkt en iøjnefaldende Forskel mellem Myremalmen og de fennoskandiske Sømalme, hvis Mn-Indhold gaar op til ca. 20 %. Indholdet af $CaCO_3$ er i Regelen ret lille, men to af Prøverne fra Løvskal viser betydelige Mængder af dette Stof, nemlig henholdsvis 64,70 % og 22,37 %. Indholdet af P_2O_5 varierer ikke saa lidt, det er altid til Stede, men Mængden svinger mellem 3,38 % og 0,066 %. Svovlindholdet er ringe, den største fundne Mængde SO_3 er 0,104 %, hvilket svarer til 0,042 % S; i Regelen er der dog langt mindre. Mængden af hygroskopisk bundet Vand bestemmes ved Tørring til konstant Vægt ved 100° og ses i Tab. IV at variere mellem 0,65 % og 25,85 %. Mængden af kemisk bundet Vand og Humus bestemmes ved Glødetab efter Tørring til konstant Vægt ved 100° og varierer mellem 24,40 % og 3,33 %. — Rørdams Vægtfyldebestemmelser Tabel I og II viser det ejendommelige Forhold, at der ikke er nogen Sammenhæng mellem Vægtfylde og Jærnprocent; man kan altsaa ikke bruge Vægtfyldebestemmelser som Orienteringsmiddel for Malmens Jærnindhold.

Den horizontale Udstrækning af Lejerne er undertiden ret betydelig. Langstrup Lejet naar saaledes over 14 ha, men flere af de vestjydske Lejer er betydelig større — dette gælder f. Eks. det store Leje Øst for Ikast, i Hammerum Herred. I Regelen danner Myremalmen ikke sammenhængende Lag over større Strækninger, og et betydeligere Leje vil altsaa som oftest bestaa af mindre Omraader med Malmlag adskilte ved Partier, hvor Malmen enten helt mangler eller kun er til Stede i ganske smaa Mængder. Langstrup Lejet bestaar saaledes af 6 adskilte Omraader, og man har i Hannover fundet lignende Udbredelsesforhold for Myremalmslejer (Gäbert 1915). Lejerne ved Løvskal og Østrupbæk er af betydelig mindre Udstrækning, begge dannende et nogenlunde sammenhængende Lag paa 1,6 ha.

Lejernes Mægtighed er stærkt vekslende, endda inden for de forskellige Dele af samme Leje. I al Almindelighed kan det siges, at Mægtigheden tiltager fra Randene og indefter. Den største Mægtighed, Kommissionen udmaalte, var 530 cm i Borehul Nr. 17 i Løvskal Lejet. Som et andet Eksempel paa betydelig Mægtighed kan anføres, at jeg i Nærheden af Høstrup, Ginding Herred, Ringkøbing Amt, har iagttaget et Leje med en største Mægtighed af ca. 200 cm.

Den gennemsnitlige Mægtighed af de af Kommissionen undersøgte Lejer var for Langstrup Lejet ca. 20 cm, for Østrupbæk Lejet ca. 15 cm og for Løvskal Lejet 212 cm.

Rumfanget af de tre Lejer er følgende: Langstrup Lejet 28,000 m^3, Østrupbæk Lejet 2400 m^3 og Løvskal Lejet 34,000 m^3. Malmens Vægtfylde er gennemsnitlig 2,33, og Indholdet af Fe_2O_3 er for Løvskal Lejet gennemsnitlig 43,15 %.

Angaaende Mængdeforholdene i de tre undersøgte Lejer kan altsaa opstilles følgende Skema, idet Analyser og Vægtfyldetallene fra Løvskal lægges til Grund for Vægtberegningen ogsaa for de andre Lejer.

TABEL V.

	Lejets Areal ha.	Gennemsnitsmægtighed cm.	Rumfang m^3.	Vægt Ton.	Metallisk Jærn Ton.
Langstrup	14	20	28000	65420	19710
Østrupbæk	1,6	15	2400	5592	1690
Løvskal	1,6	212	34000	79220	23930

Der maa antages at findes Myremalm i Størsteparten af Danmark, i hvert Fald anfører de fleste af Beskrivelserne til de geologiske Kortblade Lokaliteter med Myremalm. F. Eks. omtaler Grønwall og Milthers (1916) Myremalm fra Bornholm, Rørdam (1899) fra Nordsjælland og Milthers

(1908) fra Stevns; Rørdam og Milthers (1900) anfører i Beskrivelsen til Kortbladene Sejrø, Nykøbing, Kallundborg og Holbæk, at Myremalm findes hist og her, men er uden særlig Betydning. Madsen (1902) nævner flere Findesteder i det nordøstlige Fyen, og samme Forf. omtaler endvidere (1900) Fund af Myremalm i den nordvestlige Del af Fyen og paa Endelave samt paa Samsø og Helgenæs, dog kun i yderst ringe Mængde (1897). Endelig anfører A. Jessen (1899) i Beskrivelsen til Kortbladene Skagen, Hirshals, Frederikshavn, Hjørring og Løkken, at Myremalm træffes ret jævnlig, men aldrig i saa store Lag, at det kan faa praktisk Betydning.

I det vestlige Nørrejylland Syd for Limfjorden har jeg truffet mange Forekomster af Myremalm med en betydelig Udstrækning saavel i horizontal som i vertikal Retning; i Særdeleshed har jeg iagttaget Myremalmen i de store Kær- og Mosestrækninger, der er saa karakteristiske for de vestjydske Aaers øvre Afvandingsgebeter, og endvidere har jeg truffet den i Aadalene længere Vest paa i lange, smalle Lejer. I det midtjydske Bakkeland er Antallet af isolerede Lejer meget stort, men Lejerne er ringere end de vestlige. I Østjylland er Myremalmen en mindre almindelig Dannelse og er i Særdeleshed knyttet til de subglaciale Smeltevandsdale samt Gudenaadalen. Forchhammer (1869 p. 326) angiver, at Lejernes Antal og Udstrækning er større i Vestjylland end i Østjylland; han omtaler endvidere Jærnproduktionens Afhængighed af Skovene og slutter Udviklingen med følgende Ord: »Vi finde derfor de største og meest udstrakte af disse Jærnmalmlag i Jyllands Vesteregn, hvor der aldrig kan have været store Skove, og derfor ingen Anledning til at benytte Malmen«. Denne Forklaring kan dog næppe være rigtig. Alene de i Tabel V anførte Tal viser, at Malmen findes i saa betydelige Mængder, at den Brøkdel, der i Udvindingstiden kunde anvendes, maatte blive en forsvindende Del af den samlede Masse, og Udvindingen kan

ikke antages i det store og hele at forrykke Billedet af Udbredelsesforholdene.

Flere Steder i Litteraturen omtales en Tradition om, at Malmen skulde være transporteret over store Strækninger ad de saakaldte Malmveje, der navnlig skulde udgaa fra Hodsager og Simmelkjær, i Ginding Herred, Ringkøbing Amt. Dette kan dog næppe være rigtigt, thi Myremalmen er ogsaa i de omliggende Egne en saa almindelig Dannelse, at en Transport over større Strækninger vilde være ganske meningsløs. Det kan tænkes, at Navnet Malmveje er opstaaet ved, at Malmen i disse stenfattige Egne er bleven anvendt til Vejmateriale, saa meget mere som en saadan Anvendelse har fundet Sted og i enkelte Egne finder Sted den Dag i Dag.

b. Brændselet.

Det til Udvindingen anvendte Brændsel har været af indenlandsk Oprindelse, hvorfor der kan være Tale om følgende fire Sorter: Brunkul, Lyng, Tørv og Træ.

Brunkullene har ganske sikkert ikke været benyttet, da man først i den nyeste Tid har ofret dette Stof nogen Opmærksomhed. Indtil de allersidste Aar kendtes kun ganske enkelte Forekomster, som tilmed næsten alle var vanskeligt tilgængelige. Selv om man i tidligere Tid skulde have kendt deres Tilstedeværelse og prøvet dem, saa vilde de anvendt som Brændsel til Jærnudvinding have givet et yderst utilfredsstillende Resultat, paa Grund dels af deres Fugtighedsindhold, dels af deres betydelige Askemængde, rent bortset fra, at det eventuelle Produkt vilde optage en stor Del af Svovlmængden i Brunkullene og derved blive rødskørt.

Om Lyngen fortalte Bønderne et Par Steder, at man havde anvendt den som Brændselsmateriale ved Jærnfremstillingen i Nærheden af Engesvang og Klode Mølle, og at denne Virksomhed endda skulde have fundet Sted indtil Slutningen af det 18de Aarhundrede. Denne Tradition traf

jeg i Egnen ved Vrads og længere Vest paa, men i selve de Egne, hvor Processen skulde have fundet Sted, kendte man den ikke, lige saa lidt som den sporedes noget andet Sted i det undersøgte Omraade. Man fortalte, at Bønderne omkring Engesvang og Moselund havde samlet Lyngen i store Bjærge og antændt disse, og ved den saaledes udviklede, stærke Varme havde man paa en eller anden Maade udvundet Jærn af Myremalmen. Ogsaa hed det, at en saadan Afbrænding havde forvoldt en kæmpemæssig Hedebrand, der med en Nordenstorm var løbet flere Mil sydpaa; blandt andet skulde Branden have fortæret Heden Vest for Vrads og været Aarsag til den tidligere omtalte, stærke Sandflugt paa dette Sted ved at berøve Sandet sit beskyttende Vegetationsdække. Det er rimeligt, at Sandflugten ved Vrads skyldes en Hedebrand; derimod maa Meddelelsen om Lyngens Anvendelse til Jærnudvinding modtages med Tvivl, idet jeg nemlig hverken i Litteraturen eller under mine Studier i Marken har truffet noget, som kunde bekræfte den, rent bortset fra, at det ikke ret vel forstaas, hvorledes en saadan Proces kan komme i Stand, da Anvendelsen af Blæsebælg ganske sikkert er nødvendig, for at Temperaturen kan blive tilstrækkelig høj til, at Reduktionen af Malmen kan finde Sted, naar man da ikke saaledes som i Vindovnene har særlige Trækforhold.

Tørv har ikke kunnet anvendes i deres oprindelige Form, men som Tørvekul har der sikkert ikke været noget til Hinder for at bruge dem. Tørveforkulning foregaar kun ganske enkelte Steder i Nutiden, men for ca. 50 Aar siden var det et meget almindeligt Fænomen, og det kendes af de fleste ældre Bønder i det vestlige Jylland, idet Tørvekul overalt i disse træfattige Egne var Smedenes Brændselsmateriale, indtil Anvendelsen af Stenkul blev almindelig. Om Fremstillingen af Tørvekul i Ringkøbing Amt fortæller J. C. Hald (1833) p. 272: »Hvor der haves store og gode Tørvemoser, saasom i den nordlige Del af Ginding Herred,

og i Lyhne, Lønborg og især Borris Sogn brændes en Mængde fortrinlige Tørvekul. Sædvanligen sker dette i saakaldte Miler eller Huller, som graves i Jorden, og hvori der brændes indtil 50 Tdr. Kul. Undertiden stables og brændes Tørvene oven for Jorden. Kullene sælges mest til Smedene, som efter Vesteregnens Skik selv besørge Brændsel til det Arbejde, de udføre for deres Kunder.« De samme Metoder synes at have været anvendt overalt; jeg har mundtlige Beskrivelser af Processen fra Folk, som i deres Ungdom har været med til den, og disse Beretninger stemmer ganske overens til Trods for, at de stammer fra mange forskellige Personer og fra de forskelligste Egne af Vestjylland. Ogsaa S. B. Jørgensens Beskrivelse af Tørveforkulningsprocessen (1846) falder fuldkommen sammen med det ovenfor anførte. Hans Afhandling omhandler de Tørveforkulninger, der fandt Sted i Sommeren 1842 ved Tømmerby, Syd for Silkeborg. Kullene skulde bruges ved en ret stor Prøveudvinding af Myremalm, som skulde foregaa ved Carlshütte ved Rendsborg, i en derværende Masovn. Forfatteren angiver, at Tørvekul varmer lige saa godt i aaben Ild som Trækul og tilmed er drøjere, da Tætheden er større.

Det er ret sandsynligt, at man i de vestlige Dele af Udvindingsomraadet har anvendt Tørvekul, maaske alene, maaske sammen med Trækul som Brændsel ved Jærnfremstillingen, men bevises kan det ikke. Grunden hertil er, at Tørvekullene er sprøde og let forgængelige, samtidig med at de ikke efterlader sig tydelige og let kendelige Aftryk i den smeltede Slaggemasse, saaledes som Tilfældet er med Trækul. Af visse Grunde, som senere skal betragtes, maa det antages, at man ikke har brugt Tørvekul i større Maalestok ved selve Udvindingsprocessen, medens Anvendelsen til Smedning ganske sikkert har været af betydeligt Omfang.

Trækul fremstilles endnu i vore Dage i ret betydelige Mængder i Midt- og Vestjylland. Produktionen af denne

Artikel har endda i de senere Aar været stigende, fordi Hedeplantagerne giver en betydelig Mængde smaat Brænde af Bjærgfyr, som man har Vanskelighed med at sælge; man har da med stor Energi kastet sig over Kulsvieri, og efter at være behandlet paa den Maade har Produktionen hidtil kunnet afsættes (Oppermann 1899). Fremstillingsmaaden er meget simpel og antagelig den samme, som er bleven fulgt i mange Hundrede Aar. Forkulningen foregaar i en saakaldt Mile, som bygges ved, at man stabler Træet op i en Dynge af Form som en Kuglekalot. Dernæst dækkes Stabelen til med Græstørv og antændes. Ved Borttagelse af enkelte Græstørv sørger man for passende Lufttilførsel, og Kunsten bestaar da netop i at regulere denne paa passende Maade, idet for megen Lufttilførsel bevirker, at der indtræder fuldstændig Forbrænding, medens for svag Lufttilførsel har til Følge, at Processen gaar for langsomt og forløber ujævnt, saaledes at Forkulningen bliver ulige stærk i de forskellige Dele af Milen.

Trækul har været om ikke det eneste, saa dog det væsentligste Brændsel ved Jærnudvindingen her i Landet. I næsten alle Slaggeforekomster er der konstateret enten Trækulstumper eller Aftryk af Trækul eller begge Dele, undertiden i en ganske betydelig Mængde.

Ved Undersøgelsen af Silkeborgforekomsterne viste det sig, at der her var særlig gunstige Betingelser for Studiet af Brændselsforholdene, og disse blev derfor undersøgt nærmere. Navnlig ved Forekomst Nr. 47 var der Lejlighed til at granske gamle Milepladser, saaledes som det fremgaar af følgende Redegørelse.

25—50 m Syd for Forekomst Nr. 47 fandtes 3 Milepladser. De fremtraadte som jævnt hvælvede, kredsrunde Forhøjninger med Tværmaal af ca. 6 m og en Højde af 55—60 cm. At det virkelig var Milepladser fremgik af, at der ved Gennemgravning af en af dem paavistes 3 sammenhængende Trækullag, i henholdsvis 25, 35 og 50 cm's Dybde. Tyk-

kelsen af Trækullagene var ca. 5 cm, og imellem disse var Lag af Muldjord, der var en Del sværtende. De tre Trækullag skyldes sikkert 3 forskellige Brændinger, som har fundet Sted efter hinanden paa samme Plet. Det anvendte Træ har været af ret betydelige Dimensioner, i hvert Fald fandtes Grene tykkere end en Arm. Alle tre Lag viste sig kun at indeholde Bøg.

Efter at have konstateret Tilstedeværelsen af disse 3 Milepladser undersøgte jeg et Omraade af ca. 10 Tdr. Land Øst og Syd for dem, dækket af en noget tottet Bevoksning af Lyng og Mose-Bølle, men med det Resultat, at der ikke fandtes Forhøjninger af samme Art som de nys omtalte. Ved at betragte et Muldvarpeskud i Randen af det med Lyngtotter bevoksede Omraade iagttog jeg imidlertid en Mængde Trækulstumper i den opskudte Jord, og ved Gravning paavistes et Lag Trækul i en Dybde af 10 cm. Jeg fjærnede derefter den ret kraftige Vegetation paa vedkommende Sted, og derved fremtraadte en ganske lav, lille, kredsrund Forhøjning, 4 m i Tværmaal; ved Gennemgravning viste den sig ligesom de tidligere omtalte at indeholde 3 Lag Trækul. Hele det lyngbevoksede Terrain underkastedes nu en fornyet og grundigere Undersøgelse, og der konstateredes da ca. 25 mere eller mindre forstyrrede Milepladser.

Der fandtes saaledes 2 Arter af Milepladser, som med Hensyn til Form stemte overens, men iøvrigt adskiltes ved følgende Træk. Den ene Art var 50—60 cm høj, 6 m bred, den anden Art langt lavere og undertiden stærkt forstyrret. Det ligger nær at antage, at Forskellen mellem de to Arter af Milepladser skyldes, at de er fra forskellig Tid, idet man maa anse de lave Milepladser for at være de ældste, de højere for at være de yngste. Denne Antagelse støttes gennem følgende Iagttagelser og Betragtninger.

Milepladsernes Alder og eventuelle Aldersforskel kan ikke fastslaas med nogen Nøjagtighed. Jeg adspurgte flere gamle Mænd paa Egnen angaaende disse Forhold, men det

viste sig, at ingen kendte noget til de lave Milepladser. Om de høje Milepladser fik jeg flere samstemmende, indbyrdes uafhængige Udsagn, der gik ud paa, at Faderen til en af de gamle Mænd i sin Ungdom havde brændt Kul paa de 3 høje Milepladser, og at Produktet var bleven solgt til Horsens. Man maa altsaa antage, at det er ca. 80 Aar siden, at de yngste af Kulmilerne blev benyttet. Angaaende de lave Milepladsers Alder er det umuligt at sige noget bestemt. Hele deres Skikkelse kunde nok tyde paa, at de er ældre; de gaar ganske jævnt over i det omgivende Terrain, deres Grænser er vanskelig at fastsætte nøjagtigt uden en Undersøgelse af Kullagene, og endelig hidrører Trækullene i de lave Milepladser fra flere Træsorter, medens de i de høje udelukkende er af Bøg.

Omraadet, hvorpaa disse Miletomter ligger, har næppe nogensinde været underkastet nogen intensiv Jordbehandling, og netop derfor var Forholdene saa gunstige for Studiet af Træforkulningen. I den øvrige Del af Landskabet omkring Silkeborgforekomsterne træffer man en Mængde andre gamle Miletomter, alle dog ret stærkt forstyrrede af Dyrkning. De mindst ødelagte fremtræder som kredsrunde Pletter, 5—6 m i Tværmaal. Inden for denne Begrænsning træffes en Mængde smaa Trækulstumper, liggende i sort Jord, men sædvanligvis slæbte noget rundt ved Dyrkningen. De stærkere forstyrrede Milepladser kan derimod ikke iagttages som en kredsrund Plet, men Kulstumperne ligger her mere jævnt fordelt over et større Areal.

Antallet af Milepladser i den Sænkning, hvori Silkeborgforekomsterne ligger, er ret betydeligt; det beløber sig i hvert Fald til adskillige Hundrede, og det er ganske paafaldende at se, at Antallet af Milepladser er saa langt større i Sænkningen end paa Plateauerne Nord og Syd for.

Som tidligere nævnt, er der ved Silkeborg Rester af et usædvanlig stort Antal Jærnovne, og det er altsaa nu ogsaa godtgjort, at der paa samme Areal findes en overordentlig

Mængde Milepladser. Den Antagelse er da nærliggende, at de to Forhold staar i umiddelbar Forbindelse med hinanden, saa meget mere som der næsten altid straks ved Jærnovnene kan paavises 10—15 Milepladser med en indbyrdes Afstand af faa Meter. De omtalte ældre Milepladser ved Slaggeforekomst Nr. 47 maa formenes at have leveret Brændselet til Jærnovnen paa vedkommende Sted, ligesom det maa antages, at ogsaa Størstedelen af de øvrige 3—400 Milepladser ved Silkeborg er samtidige med Jærnudvindingen og er Tilvirkningssteder for Brændselet til denne Virksomhed.

Desuden iagttoges Miletomter ved en stor Del af de øvrige Udvindingspladser, men Forholdene var intetsteds saa gunstige for Iagttagelse som ved Silkeborg, fordi den ved Dyrkning fremkaldte Overfladeforstyrrelse her var mindre, end det sædvanligvis er Tilfældet.

Det til den nørrejydske Jærnudvinding anvendte Brændsel har altsaa i overvejende Grad været Trækul, dog at man maaske i de vestlige Egne har anvendt Tørvekul.

Desværre gik en Del af mine Trækulindsamlinger tabt under Forsendelsen, og jeg kan derfor kun meddele følgende fem Analyser; paa den sidste nær er Kulstumperne fundne imellem Slaggerne og saaledes Rester af det til Udvindingen anvendte Brændsel.

Kragelund Nr. 36. Eg mange smaa Stykker, Ask (?) 1 Stk., Lyng 2 Stk.

Silkeborg Nr. 47. Grav A. Birk 2 Stk., Bøg 12 Stk. (Kviste), Hassel 4 Stk.

Silkeborg Nr. 47. Grav B. Birk 20 Stk., Bøg 20 Stk., Hassel 12 Stk. og Eg 8 Stk.

Silkeborg Nr. 47. Grav C. Birk 11 Stk., Bøg 8 Stk., Hassel 1 Stk., Eg 2 Stk. og Rød-El (?) 3 Stk.

Kragelund Nr. 36. Ligbaal. Hassel talrige smaa Stk.

Alderen af Forekomst Nr. 36 kan ved Hjælp af et deri fundet Lerkar fastsættes til ældre Folkevandringstid, og

Resultatet af Trækulanalyserne staar i en vis Samklang hermed, idet der hovedsagelig er paavist Eg og Hassel, men ingen Bøg. Derimod synes Forekomst Nr. 47 at være adskilligt yngre; ganske vist er der i Forekomsten truffet smaa Lerkarskaar, som ligner Oldtidsskaar, men deres Antal og Størrelse er saa ringe, at en nogenlunde sikker Tidsbestemmelse ikke lader sig give. Trækulanalyserne tyder jo unægtelig stærkt paa en forholdsvis ringe Alder, sen Oldtid eller Middelalder.

c. Ovnenes Bygning og Brug.

I. Almindelige Bemærkninger om Slaggen.

De i Fundberetningerne omtalte Slagger er af noget forskelligt Udseende. I Regelen er de mørke, hyppigt ganske matsorte og med en ejendommelig, metallisk Klang; meget ofte er der smaa Rustpletter paa Overfladen hidrørende fra Iltning af Korn af metallisk Jærn. Paa friske Brudflader kan i Regelen med Lupe erkendes den krystallinske Opbygning. Slaggens Vægtfylde fremgaar af følgende Bestemmelser.

Forekomst Nr. 36: Vf. 3,72; Nr. 46: Vf. 3,18; Nr. 47: Vf. 4,34 og 5,85; Nr. 78: Vf. 4,13; endelig viste et Produkt fra Udvindingen i Kragelund en Vægtfylde paa 3,65. Gennemsnittet af disse Bestemmelser er 4,14.

Ved mikroskopisk Undersøgelse af Tyndslibningspræparater kommer et meget karakteristisk og let kendeligt Billede frem. Slaggen viser sig at bestaa af to Hovedbestanddele: Olivin og Magnetjærn. Olivinen er meget jærnrig, sikkert nær $Fe_2 SiO_4$, om ikke den rene Forbindelse. Den findes i store, veludviklede Krystaller, som i flere Præparater kan ses med det blotte Øje. Imellem disse findes et fintforgrenet, grangreneformet Skelet af Magnetjærnkrystaller. Endvidere spores i ringe Mængde nogle smaa, rødlige Korn, som maa antages at være Fe_2O_3, og endelig er der Korn af metallisk Jærn af meget forskellig Størrelse og Antal.

Der kan saaledes ikke være Tvivl om, at de undersøgte Slagger virkelig er Jærnslagger, men ved Arbejdet i Marken er der visse Muligheder for Forveksling, idet der fremkommer Slagger ved talrige andre Virksomheder end netop Jærnudvinding, f. Eks. ved Teglbrænding, Kalkbrænding, fra Smedier nye eller nedlagte og fra moderne Kulfyr. Med lidt Øvelse kan man dog i Regelen sikkert afgøre, om et givet Fund er Jærnslagge eller ikke. I Begyndelsen af min Undersøgelse foretog jeg en Indsamling af Teglværkslagger ved Lysbro Vest for Silkeborg, og mange Gange senere har jeg haft Lejlighed til at iagttage dem rundt omkring paa Halvøen; ofte skete det, at jeg af Befolkningen fik Oplysninger om Slaggeforekomster af samme Art som den foreviste, og at jeg paa Grundlag heraf rejste betydelige Strækninger for at finde de formentlige Jærnslagger og endte med at finde Resterne af et gammelt Teglværk. Teglovnslaggerne har en ringe Vægtfylde, ca. 2, Overfladen er ofte glasagtig med Perlemorglans, og i Regelen kan der paavises usmeltede Lerpartikler. Kalkstenslagger er let kendelige paa deres lysegraa Farve og paa de uomdannede Stumper af Kalk og Flint, som sidder i Slaggemassen. De træffes almindelig i de Dele af Halvøen, hvor Kridt og Kalksten findes i ringe Dybde. Smedieslagger er smaa, blærede, askeholdige og lette, og Kulslaggerne er ligeledes askeholdige og lette.

Da der ikke har været Højovnsdrift i Nørrejylland, er der følgelig heller ingen Højovnslagger; en Forveksling paa dette Punkt er altsaa udelukket, men det er en Fejlkilde, som man maa tage i Betragtning under Studiet af den primitive Jærnudvinding i vore Nabolande. Iøvrigt er de to Slaggeformer saavel habituelt som »petrografisk« forskellige. Den moderne Højovnslagge er grønlig eller brunlig, glasagtig, af ringe Vægtfylde (2,5), og selv om dens Udseende varierer en Del, vil dens »petrografiske« Sammensætning aldrig være af samme Type som den jydske primi-

tive Jærnslagges, idet den maa betragtes som et Eutektikum af det ternære System, Calcium-, Aluminium- og Magniumsilikat med forskellige andre Komponenter i vekslende, men ringe Mængde; en Hovedforskel, som giver sig Udslag baade »petrografisk« og habituelt, er saaledes det Forhold, at Højovnslaggen er praktisk talt jærnfri, medens den primitive jydske Jærnslagge som oven for meddelt er meget jærnrig.

Der vil saaledes i Regelen ikke være Mulighed for at antage Slagger af anden Oprindelse for primitive Jærnslagger; i enkelte Tilfælde kan der dog opstaa Tvivl, fordi de fleste Slaggers habituelle Variationer er ret betydelige, men i saa Fald vil en mikroskopisk Analyse være et fortrinligt diagnostisk Hjælpemiddel, let at udføre og sikker.

Ud fra Slaggernes Vægtfylde og »petrografiske« Sammensætning er det saaledes godtgjort, at vi har at gøre med en meget jærnrig Slagge. Det maa være et Affaldsprodukt fra en primitiv Jærnudvindingsproces, som har adskilt sig stærkt fra Nutidens Højovnsdrift. Malmreduktionen har været yderlig ufuldstændig, Ferritkornene er smaa og ikke synderlig talrige. Den benyttede Malm har sikkert haft Iltningsgraden $Fe_2 O_3$, men er ved Ophedningen reduceret til $Fe_3 O_4$, hvis Tilstedeværelse gør Slaggen sort. Malmen har indeholdt noget Sand, men ikke andre Forureninger i større Mængde. Man har ikke brugt Tilslag, med mindre da, at en Del af Kiselsyren skulde stamme fra et Tilslag af Sand.

Allerede i Sommeren 1918 blev jeg opmærksom paa, at Slaggerne i de forskellige Slaggeforekomster var noget forskellige. Det viste sig, at der kunde skelnes mellem to Arter. Den ene af disse kendetegnede sig ved, at der fandtes store Slaggeblokke paa indtil 50—60 kg (Fig. 7). Slaggerne syntes at være størknet fra tykflydende Tilstand. Nogle af Slaggerne udmærkede sig ved Overflader med ejendommelige, store, ormformede Figurer, andre havde store Huller,

der var Aftryk efter Trækul. Særkende for denne Slaggedyngeart var det endvidere, at den indeholdt store, ensidig forbrændte, uformede Lerklumper. Ved den anden Art manglede større Blokke, idet de egentlige Slaggers Størstetværmaal sjældent overskred 5—6 cm. Deres Udseende var i det hele noget anderledes. Temperaturen syntes at have været betydelig højere og Smeltningen af Slaggerne mere fuldstændig. Overfladeformerne viste nemlig, at Størkningen i Regelen var sket fra tyndflydende Tilstand, hvilket i Regelen ikke var Tilfældet med den anden Gruppe. Hvad der dog allerførst tildrog sig min Opmærksomhed, var, at Jorden mellem Slaggerne var kulsort og stærkt sværtende, og at det sorte viste megen Utilbøjelighed til at lade sig vadske af igen. — Jeg opdagede dernæst, at Slaggeforekomsterne med den stærkt sværtende Jord indeholdt nogle ejendommelige, faa cm tykke, grove Plader af graat, magert Ler, og at disse altid var stærkt forslaggede paa den ene Side, medens den anden Side aldrig havde været udsat for nogen Paavirkning af høj Temperatur. Jeg indsamlede en Del af disse Plader fra forskellige Slaggedynger, og en nærmere Undersøgelse viste da, at alle disse Stykker ikke, som jeg først havde troet, var nogenlunde plane, men Dele af krumme Flader. Jeg stod i Begyndelsen ret uforstaaende over for Fænomenet, men opmuntret af dette »Redskabsfund« foranstaltede jeg en nærmere Undersøgelse af de to største og bedst bevarede Slaggedynger af den omtalte Art. I Sommeren 1918 udførte jeg en lille Prøvegravning i Forekomst Nr. 47, i Efteraaret en stor Udgravning af Forekomst Nr. 18 ved Kjellerup og endelig i Sommeren 1920 en ligeledes ret omfattende Udgravning af den store Slaggeplet Nr. 47 ved Silkeborg.

Ved disse Udgravninger gjorde jeg en Række Fund, som sammenholdte med mine Undersøgelser af Slaggedyngerne af den først omtalte Art viste, at de to Slaggeformer repræsenterede hver sin Teknik. Slaggedyngerne af første Art viste sig at hidrøre fra en Herdgrubeteknik af

samme Slags, som kendes fra Mellemeuropa og Norge, medens Slaggedyngerne af den anden Art er fremkomne ved en ejendommelig og hidtil lidet kendt Teknik, hvor Reduktionen er sket i Lergryder. Vi kan derfor kalde den »Grydeteknikken« i Modsætning til den almindelige Herdgrubeteknik.

Den mikroskopiske Undersøgelse af Tyndslibningspræparater af de to habituelt ret forskellige Slaggeformer viser imidlertid, at deres finere Bygning er ens. De bestaar af en Grundmasse af Krystaller af et Jærnsilikat, formentlig Olivin, med et Krystalskelet af Magnetjærn. Forholdet mellem Mængderne af de to Bestanddele er nogenlunde konstant, men Krystallerne er gennemgaaende langt større i Herdgrubeslaggerne end i Grydeslaggerne; i Herdgrubeslaggerne er de saa store, at de undertiden kan ses med det blotte Øje og i hvert Fald med Lethed kan iagttages med Lupe, medens man i Regelen maa anvende Mikroskop for at se dem i Grydeslaggerne. Slaggen maa opfattes som et Eutektikum af det binære System, Olivin og Magnetjærn, og Forskellen i Kornstørrelse er antagelig et Udtryk for, at Grydeslaggerne er afkølede hurtigere end Herdgrubeslaggerne.

Det Forhold, at Slaggerne er byggede paa samme Maade, viser, at Processen ved de to Metoder i hvert Fald paa det nærmeste maa have været den samme, men Udførelsen er forskellig, og vi vil derfor betragte dem hver for sig under den nærmere Redegørelse for Fremstillingsmaaderne.

II. Jærnfremstilling i Herdgruber.

Den ene af de Former for Ovne, som her i Landet har været anvendt til Fremstilling af Jærn, er en simpel Herdgrube lavet i Jorden i Skikkelse af en omvendt Keglestub. Desværre har jeg intetsteds fundet en saadan Grube i uforstyrret Stand; dens Beliggenhed tæt under Jordens Overflade medfører nemlig, at den i Tidens Løb ødelægges, hvor ikke særlig heldige Omstændigheder træder beskyttende til.

Derimod har jeg gentagne Gange truffet Rester af Gruber, med Spor efter Jærnudvinding.

Hvorledes en saadan Herdgrubes Bund har været, fatter man bedst ved Betragtning af en Slaggeblok fra Egtved (Min. Mus. Fund Nr. 89); den repræsenterer en nøjagtig Afstøbning af Halvdelen af en Grubes Bund og 26 cm af dens Side. Bunden har herefter været flad og kredsrund, med et Tværmaal af 60 cm. Siderne har skraanet jævnt ud opad til, og nævnte Slaggeblok viser fremdeles, at Grubens Sider har været vel afglattede og ganske regelmæssig kegleformede. De har været beklædt med et Lag magert, stenholdigt Ler, hvilket fremgaar af den tætte og fine Inkrustation af Sand- og Lerpartikler samt Smaasten i Slaggemassens Yderflade.

Som tidligere bemærket træffes hyppigt mellem Herdgrubeslaggerne nogle ejendommelige, uformede og ensidig forbrændte Lerklumper — sikkert Rester af Herdgrubens Lerbeklædning. Den forbrændte Flade er indtil 1000 cm^2 og Tykkelsen indtil 15 cm.

Ophedningen har vistnok været noget forskellig i de forskellige Dele af Gruben. I Bunden har Temperaturen været forholdsvis lav, hvilket fremgaar af den omtalte Slaggeblok fra Egtved, idet denne viser, at Begrænsningsfladen mellem Slaggeblok og Grubeside har beholdt sin Form under hele Udvindingsprocessen. Det samme fremgaar af tre Lupper, som senere skal beskrives; de har alle i en Del af Siden ganske den samme jævne, inkrusterede Overflade, som ses ved Egtvedblokken. Luppe Nr. 1 viser denne Overflade langs en Trediedel af Omkredsen. Nr. 2 langs Halvdelen; ved Nr. 3 er den mindre regelmæssig, men ret anselige, jævne Flader omkring paa Siderne er øjensynlig afsatte mod Lerkappen. Luppe Nr. 2 har endvidere den Ejendommelighed at være dannet i en Herdgrube med skraa Bund, som i den højestliggende Del uden nogen Kant gaar jævnt over i Lerkappens Kegleflade. En Del af de Lerkapperester, der findes i Slaggedyngerne, har nogenlunde beholdt Inderfladens

afglattede Form; antagelig har de siddet i den nederste Del af Gruben og omsluttet Bundslaggeklumpen eller Luppen, men Størsteparten af de fundne Lerkapperester er paa Indersiden stærkt forbrændt eller smeltet i hvert Fald i et saadant Omfang, at Indersiden nu fremtræder med en hullet og blæret Flade. Uden paa denne sorte, smeltede Inderflade ligger et Lag, der er teglbrændt, men Varmevirkningen aftager gradvis udefter. Disse stærkt forbrændte Lerkapperester maa antages at stamme fra de øvre Dele af Gruben, næppe dog fra de allerøverste. Kappens Rand kendes ikke med Sikkerhed; mulig foreligger to Stumper af en saadan i Fund Nr. 10, fra Rørbæk-Hovgaard (Nat. Mus. C 8806). Det indeholder nemlig to Lerplader med en svag Krumning, begge ret stærkt forslaggede; tre Rande ved dem er Brudrande, den fjerde en plan Flade, 5—7 cm bred, hvorpaa er klistret et Lag graat, fedt Moræneler, som bærer Mærker af at være glattet med en Halm- eller Lyngvisk.

Maalene paa en Herdgrube kan jeg ikke angive med Nøjagtighed, fordi der, som nævnt, ikke foreligger nogen saadan i uskadt Stand, men indirekte og ved en Kombination af forskellige Iagttagelser kan de bestemmes saa nogenlunde (Fig. 4). Egtved Slaggeblokken Nr. 89 (Min. Mus.) giver et godt Billede af en Bunds Størrelse og Sidernes Stilling i Forhold til Bunden. Efter den har Bundens Tværmaal været 60 cm og Siderne dannet en stump Vinkel paa 115^0 med Bunden. I 26 cm's Højde har den paagældende Grubes Tværmaal været ca. 75 cm. Et andet Fingerpeg om Herdgrubernes Størrelse giver en Maaling af Luppernes Dimensioner. Luppe Nr. 1 er dannet i en Grube med et Tværmaal af mindst 30 cm, Luppe Nr. 2 i en Grube med ca. 50 cm's Tværmaal, og Nr. 3 har en Diameter paa 60 cm. En Sammenholdning af Fund Nr. 89 og disse Luppemaal giver da som Resultat, at Herdgrubernes Bund har været ca. 40—60 cm vid. Derimod siger Maalene os intet om Grubernes Dybde. Schetelig (1913) har i Søndre Bergenhus Amt i Norge fundet

en uforstyrret Herdgrube af Form som de jydske; den var dog noget mindre end disse, idet Bundens Diameter kun var 25—30 cm, Randens 50 cm; Højden var 80 cm. Antagelig har de jydske Herdgruber været noget dybere; herpaa tyder blandt andet et Fund fra Rørbæk-Hovgaard (Forekomst Nr. 10, Nat. Mus. C 8806); her fremdrog A. P. Madsen paa en Jærnudvindingsplads nogle Gruber med et

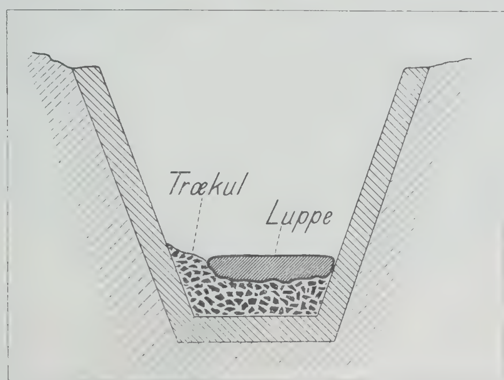


Fig. 4. Ca. 1/25.

Tværmaal af 1 m og en Dybde af 1—1,60 m, og i næsten hver Grube var der en eller to »Klumper Jærn«. Det kan dog ikke med Sikkerhed siges, om disse Gruber var Herdgruber, men Sandsynligheden taler derfor. Bannbers (1922) omtaler Fund af rektangulære Herdgruber i Dalarna.

Lufttilførselen til Herdgruben er sikkert sket ovenfra. Af Blæseindretninger har jeg ikke truffet Spor. Som Luftgang maa et Fund fra Forekomst Nr. 36 mulig tydes; det er en Lerklump, der paa den ene Side er stærkt forbrændt, paa den anden har Rester af en cylindrisk, 2 cm vid Kanal, udforet med sandblandet, vel glattet, stenfrit Ler. Sarauw omtaler (1898 p. 95) Fund af Blæsetude ved Nortvig (Forekomst Nr. 60, Nat. Mus. C 8762). Fundforholdene skal senere gøres til Genstand for Omtale; her skal kun anføres

lidt om disse formentlige Tudes Udseende og Dimensioner. Det er nogle Lerstykker med Rester af en svagt kegleformet Kanal, som paa det snævreste Sted har et Tværmaal af 4 mm; Kanalen er udforet med fint slemmet Ler. Efter Sarauw har denne Kanal leveret Lufttrækket til Jærnudvindingen — en Tydning, som dog maa anses for usandsynlig af den Grund, at en saa snæver Aabning ikke kan have givet tilstrækkelig Luft til Reduktionsprocessen i den forholdsvis store Herdgrube, der her har været. Muligheden af en anden Anvendelse af Kanalerne skal senere antydes.

Resultatet af en »Brænding« i en Herdgrube, Luppen, har jeg haft Lejlighed til at se i de foran nævnte 3 nogenlunde bevarede Eksemplarer. Luppe Nr. 1 opbevares i Nationalmuseets 2. Afdeling (Journ. Nr. XVIII. 3), Nr. 2 er i min Besiddelse, Nr. 3 i en Privatsamling i Grindsted. Nr. 1 og 2 stammer fra Lindeballe, Nr. 3 antagelig fra Hejnsvig.

Luppe Nr. 1 er en regelmæssig, kredsrund Skive, med et Tværmaal af 29—30 cm. Paa dens kompakte, 8—10 cm tykke Parti sidder porøse Bestanddele. Den Del, der maa anses for at være Oversiden, bærer et Lag blæret Slagge af 3 cm's Mægtighed, adskilt fra den underliggende, kompakte Kage ved en Spaltning, som antagelig er et Størkningsfænomen. Langs $^2/_3$ af Omkredsen er Randen jævnt krummet, og, som tidligere nævnt, er den langs $^1/_3$ af Omkredsen størknet mod en glat, sandet Lerflade. Denne Berøring med Herdgrubens Væg har paavirket Luppemassen i ca. 5 mm's Dybde. Langs $^1/_3$ af Omkredsen er endvidere den kompakte Luppekages Rand dækket af en paasiddende, storgrubet Slaggemasse, hvis Tykkelse kan skønnes at være 5 cm. Bunden er dækket af et lignende Lag, tyndest i den Side, hvor Luppen har været i Berøring med Væggen, og tiltagende i Tykkelse over mod den Side, hvor der sidder en storgrubet Slaggemasse uden paa den egentlige Luppekage. Største Højde af Luppe og paasiddende Slaggemasse er 17 cm, Vægt ca. 25 kg.

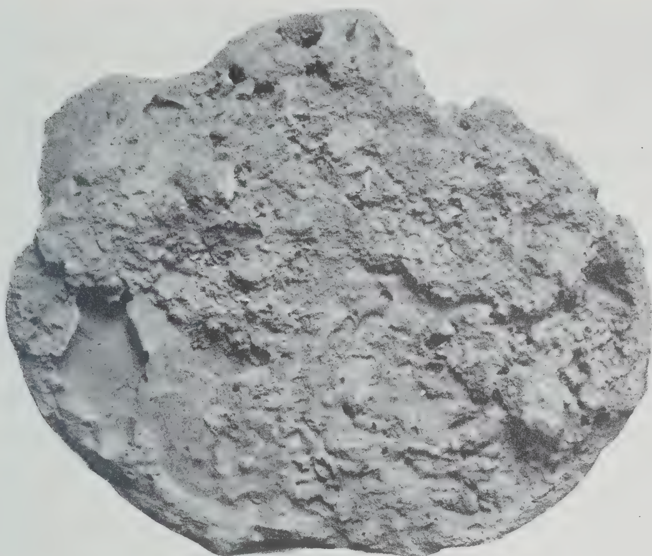


Fig. 5. 1/5.

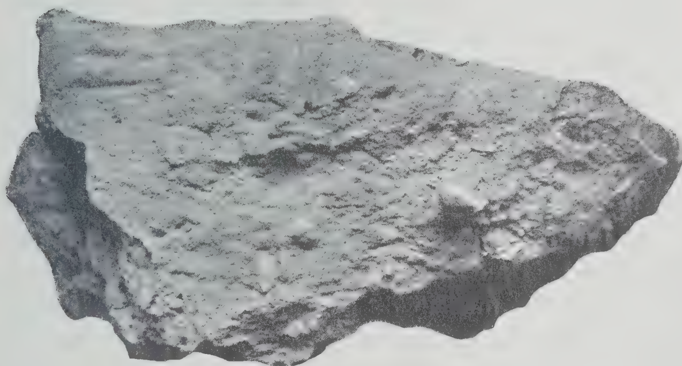


Fig. 6. 1/5.

Luppe Nr. 2 er mindre regelmæssig end foregaaende, Tværmaalet 42—50 cm. Luppens Overflade (Fig. 5) er nogenlunde plan, men enkelte Steder ses Fordybninger fremkomne ved, at Overfladen af nogle Størkningsbuler er sprungen;

ca. $^2/_3$ af Luppens Kant er størknet mod Herdgrubens jævne Væg (Fig. 6), men langs med $^1/_3$ af den kompakte Dels Kant sidder en storgrubet Slaggemasse. Herdgrubens Bund synes at have været skraa; i den ene Side gaar nemlig Side og Bund jævnt over i hinanden, og den kompakte Luppekage hviler direkte paa Bunden, men i den anden Side er der en tyk Slaggemasse. Største Tykkelse af Luppe og paasiddende Slagge er 30 cm, den kompakte Luppemasse er 8—10 cm høj; Vægten ialt ca. 50 kg.

Luppe Nr. 3. Den synes at have været kredsrund, Oversiden er ca. 60 cm bred. I den ene Side er afslaaet et Stykke efter en Korde, i den modsatte Side er der gjort et stort Indsnit. Oversiden er nogenlunde plan, med smaa Størkningsbuler. En Del af Randen er størknet mod Herdgrubens Lervæg, og dette er ogsaa Tilfældet med Dele af Klumpens Underside, som maa være afsat mod Bunden. Den kompakte øverste Del — den egentlige Luppekage — er 15—20 cm tyk; Resten er stærkt porøs Slaggemasse. Den samlede Tykkelse af Luppekage og paasiddende Slaggemasse er 40 cm, Vægten ca. 100 kg.

Hullerne i Luppernes porøse Slaggemasse maa tænkes opstaaede paa forskellig Maade. Nogle af dem er kugleformede eller i hvert Fald stærkt afrundede; de skyldes sikkert Undvigelse af luftformige Stoffer under Processen, antagelig Vanddamp. Andre og langt de fleste er kantede og viser i mange Tilfælde Træstruktur; de maa tydes som Trækulaftryk. Under Brændingen synker den tyktflydende Slaggemasse ned mellem de glødende Trækul i Bunden af Herdgruben og omslutter dem. Naar Blæsten stryger ned mod denne Masse, forbrænder Kullet i Overfladen, Temperaturen stiger, og Reduktionsprocessen finder Sted, sagtens formedelst Kulilte; men herved bliver Overfladen kompakt og mere jærnholdig end de underliggende Dele. Saaledes opstaar Luppen.

Under den kompakte Luppekage maa det tænkes, at der

ligger en Slaggemasse, som indeslutter en Mængde større og mindre, glødende Trækulstumper; men paa Grund af Iltmangel kan disse ikke forbrænde; først i det Øjeblik, da Luppe og Slagge tages op af Herdgruben, kommer der Ilt til, og derved forbrænder Trækullet, men samtidig afkøles Slaggemassen saa meget, at den nogenlunde beholder sin Form. Den vil altsaa, naar den er fuldstændig afkølet, danne en Afstøbning af de Trækulstumper, som paa det Tidspunkt er brændt op; undertiden findes dog i Krogene af Aftrykkene ganske smaa Rester af Trækul. Paa Slibningspræparater kan det ses, at saavel den porøse Slagge som den kompakte Luppe hovedsagelig bestaar af det binære Eutektikum, Olivin-Magnetjærn. Foruden disse to Bestanddele indeholder de i Regelen begge Korn af metallisk Jærn, men i Luppen er Jærnkornenes Antal og Dimensioner større end i den storgrubede Slaggemasse, og derfor danner Luppen Grundlaget for den efterfølgende Proces, som gaar ud paa at adskille det binære Eutektikum, Olivin-Magnetjærn og de metalliske Jærnkorn.

Denne Proces udføres paa følgende Maade: Saa snart Luppen er taget op af Herdgruben, er den sikkert bleven hugget i Stykker med en Økse. Dette viser de mange Fund af Luppebrudstykker, begrænsede af plane Flader, men smukkest ses det paa et Fund fra Kragelund Nr. 38 (Fig. 7): en stor Slaggeblok paa 50×40×30 cm og med en Vægt af ca. 60 kg. Paa denne Slaggebloks ene Storside sidder en prismatisk Tap, 5—6 cm høj og med Kanter paa 9, 8, 8 og 5 cm. Dens Overflade er jævn, ganske svarende til Overfladen paa de nys beskrevne Lupper. Tappens Sider er plane og bærer tydelige Spor af at være frembragte ved Hug med et skarpt Instrument, formentlig en Økse. Hele Tappen lige til Overgangen til den øvrige Klump er ganske kompakt, og den er utvivlsomt en lille Rest af en Luppe, hvis øvrige Del er hugget i Stykker og fjernet. En tilsvarende Behandling af Lupper findes omtalt flere Steder i

Litteraturen (f. Eks. hos Swedenborg 1734 Tab. X., Evenstad 1720 p. 430, Grabe 1922 p. 40 Fig. 12—14), ligesom den kendes i ny Tid fra Afrika.

Det næste Skridt har været en Udhamring af Luppebrudstykkerne. Man har sikkert begyndt Processen straks, medens Brudstykkerne endnu var varme fra Brændingen i Herdgruben. Det fysiske Grundlag for Processen er, at det binære Eutektikum, Olivin-Magnetjærn, har et langt lavere Smeltepunkt end Jærnkornene, hvis Smeltepunkt ligger meget højt, antagelig ved 1500°. Man kan derfor betragte et saadant stærkt ophedet Luppestykke som et fast, fintforgrenet Skelet af metallisk Jærn, hvori befinder sig en flydende, eutektisk Blanding af Olivin og Magnetjærn. Ved Hamring sprøjter saa den flydende Blanding ud, og det faste Skelet svejses sammen; under denne Proces antager Luppestykket Form af en afrundet, flad Bolle. — Som Resultat af en saadan Hamring maa tydes den lille, ægformede Klump paa Min. Mus. fra Sparkjær, Nr. 13; største Tværmaal er 5 cm. Et andet Stykke hidrører fra Kragelund, hvor det sammen med andre »Sten« var anvendt til Brolægning af en Gaardsplads; Dimensionerne er $11 \times 9 \times 6{,}5$ cm.

En Slibningsflade viser store Jærnkorn paa over 1 cm². Slaggemængden er aftaget, men Urenheden er endnu stor, og Massen er uanvendelig til Redskaber. En eller flere følgende Ophedninger og Udhamringer vil imidlertid efterhaanden drive Slaggen ud og frembringe det færdige Produkt: en ganske lille Klump metallisk Jærn.

Udhamringen har, i hvert Fald i den ældre Del af Jærnudvindingstiden, fundet Sted paa en Sten. En saadan Amboltsten fremdroges ved Kragelund, i Forekomst Nr. 36. Det er en prismatisk Granitblok med en plan Flade paa 40×35 cm og en Tykkelse af 25 cm. Paa den plane Flade var 10 smaa fastsiddende Rustkugler, samt en ganske lille stærkt forrustet Jærnflis. Langs den ene Kant var afhugget Smaafliser af Stenen.

Hammer og Tang har jeg ikke fundet, men sikkert har saadanne været anvendt under Udhamringen. Man har nemlig i den romerske Jærnalder haft slige Redskaber her i Landet (Hans Kjær 1900). Det ene Sæt hidrører tilmed fra Nortvig og er gjort i umiddelbar Nærhed af den store Udvindingsplads Nr. 63. Et andet Fund af Hammer og Tang stammer fra Møllerup i Hammer Sogn, 6—7 km



Fig. 7. 1/5.

Syd for Nortvig, og fra Tem, ca. 10 km Syd for Silkeborg, foreligger en Tang, sandsynligvis ogsaa fra den romerske Jærnalder. Andetsteds i Jylland er ligeledes fremdraget Hammer eller Tang i Jærnaldersfund.

Amboltstenen fra Kragelund fremdroges under ret ejendommelige Omstændigheder. Som omtalt i Fundberetningen, var i Forekomst Nr. 36 Rester af et Ligbaal: Aske, Levninger af Knogler, Trækulpartikler og smaa Jærnslaggestumper. I den sydlige Kant af Askepletten stod Dele af et stort og smukt Lerkar, og i dens nordlige Kant laa Ambolt-

stenen. Dette Fund af en Grav i en Slaggedynge er iøvrigt ingenlunde enestaaende; i Hannover optog Hostmann et Menneskeskelet, under hvis Hoved laa en Jærnslagge paa 50 kg (Beck I, p. 640). Bulliot fandt ved Mont Beuvray Asken fra et Ligbaal i det Hul, hvori Ambolten har siddet, og fra Sussex kendes ligeledes en romersk Jærnalders Grav i en Slaggedynge (Beck I, p. 1026). Det antages i Almindelighed, at det er Smeden eller rettere den Mand, som har forestaaet Jærnudvindingen, der er bleven begravet imellem de Slagger, han selv har frembragt. For Kragelundfundets Vedkommende kunde den Omstændighed, at Amboltstenen stod i Randen af Askepletten, jo yderligere tale for, at den anførte Tydning er rigtig.

III. Jærnfremstilling i Lergryder.

I Indledningen til nærværende Afsnit om Jærnovnenes Bygning og Brug er nævnt, at de jydske Jærnslagger fremtræder under to forskellige Former, og at den ene af disse kendetegner sig ved at være meget sværtende og at indeholde smaa Slagger, der er størknede fra tyndflydende Tilstand. Disse Slaggeforekomster mangler de for Herdgrubefundene saa karakteristiske Rester af Herdgrubens Lerkappe, men til Gengæld indeholder de Rester af nogle ejendommelige Lergryder, der har været anvendt under Fremstillingen af Jærnet. Jeg har derfor betegnet den Teknik, som har frembragt disse Slaggedynger, med Navnet Grydeteknikken, i Modsætning til den egentlige Herdgrubeteknik, der i det foregaaende er nærmere omhandlet.

I det følgende skal først meddeles en Beskrivelse af de Redskabsrester, som det ved Udgravning af Forekomsterne Nr. 18 ved Kjellerup og Nr. 47 ved Silkeborg er lykkedes mig at fremdrage. Derefter skal forsøges en Tydning af disse Redskabers Anvendelse.

Det mest iøjnefaldende Fænomen er afgjort de nævnte krumme Flager af magert Ler, der i begge Slaggeforekom-

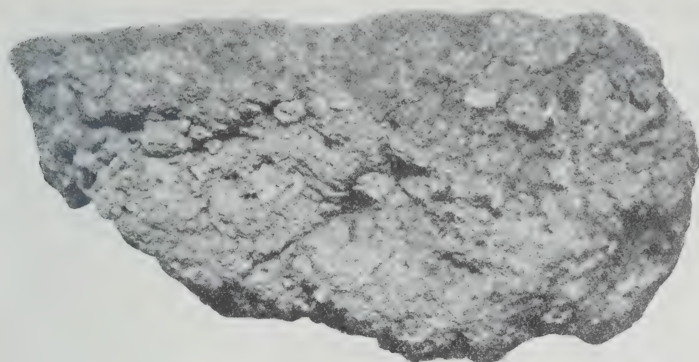


Fig. 8. 1/3.

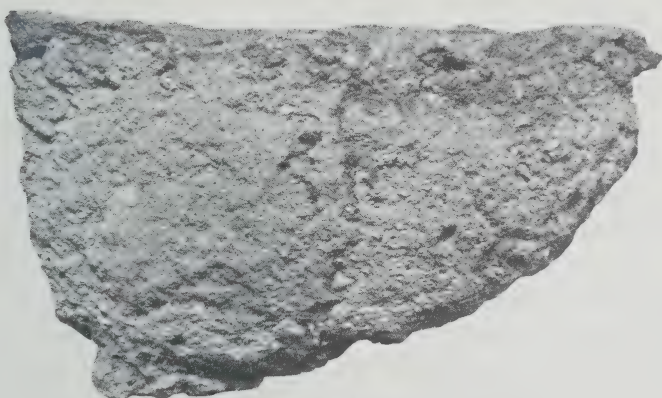


Fig. 9. 1/3.

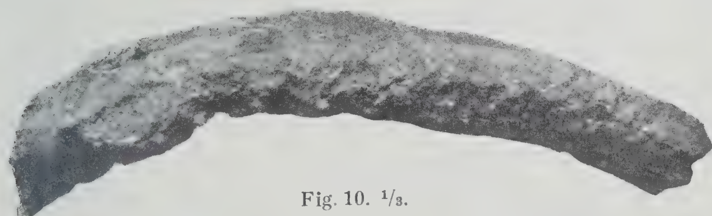


Fig. 10. 1/3.

sterne fandtes i betydelig Mængde, og som viste sig at være Brudstykker af store Gryder (Fig. 8, 9 og 10), hvis Beskaffenhed og Dimensioner fremgaar af efterfølgende Notitser

om de Grydefragmenter, jeg har været i Stand til nærmere at undersøge. Fig. 8 er en Grydeside set udvendig fra (Forekomst Nr. 47), Fig. 9 og 10 en Grydeside (Forekomst Nr. 18) set henholdsvis fra Siden og Kanten.

Silkeborg Forekomst Nr. 47:

	Grydens Radius	Rectificeret Randlængde	Randstykkets Højde	Væggens Tykkelse
A	25 cm	22 cm	19 cm	3—6 cm
B	19 -	15 -	15 -	1—3 -
C	18 -	20 -	11 -	3 -
D	19 -	21 -	14 -	2—4 -
E	18 -	18 -	8 -	2—4 -
F	19 -	22 -	14 -	3—5 -
G	-	10 -	18 -	2—3 -
H	21 -	18 -	21 -	3 -
I	-	10 -	10 -	2 -
K	-	10 -	15 -	5 -
L	-	13 -	20 -	2—5 -

Ved de her nævnte Stykker iagttoges følgende Ejendommeligheder.

A. Indersiden forslagget. Grydens Inderflade har i hvert Fald til Dels været smeltet, stærkest forneden, og denne Smeltning har været saa stærk, at Væggen er smeltet igennem, hvilket fremgaar af, at Grydefragmentet dér begrænses af en smeltet Flade og ikke som ellers af Brudflader. Foroven viser Brudfladerne, at Smeltningen kun er naaet 6—7 mm ind i Grydesiden. Grydens Overkant er bevaret i en Længde af 22 cm; Kanten er ejendommelig skarp. Fra denne Kant og ned langs hele Indersiden er Farven kulsort. I den nederste Del ses Smaarester af Trækul samt flere smaa Rustpletter.

Yderfladen bestaar af en ejendommelig, graa Lermasse med en Mængde Korn af Kvartssand; endvidere ses Smaasten, dels Flint, dels Sandsten samt Kalkstumper. Fladen er stærkt revnet og ujævn og gør et meget groft, lidet forarbejdet Indtryk. Større eller mindre Stykker har Tilbøje-

lighed til at løsne sig og falde af, navnlig i den øvre Del; forneden har Varmevirkningen fra Grydens Indre været saa stærk, at Kornene er brændt ret stærkt sammen og til Dels smeltede, hvorved Modstandsdygtigheden over for ydre Paavirkninger er forøget. Mundingskanten danner en skarp Grænse mellem den jævne, sorte, i den øvre Del let forslaggede Inderflade, der synes at være formet med Omhu, og den grove og graa, magre, uensartede Lermasse med en i Enkelthederne højst uregelmæssig Form paa Ydersiden, som ikke har været under direkte Paavirkning af høj Temperatur, men kun af den Varme, som fra Grydens stærkt ophedede Indre trængte igennem den 3—6 cm tykke Væg.

B. Inderside sort og forslagget. Forneden noget blæret. Flere Steder sidder smaa, kugleformede Slaggestumper, og paa Indersiden, navnlig forneden, smaa Rustpletter samt Trækulrester. Gryderanden er velbevaret. Forslagningen er svag allerøverst, men tiltager nedefter saa stærkt, at Grydevæggen nederst er smeltet igennem. Materiale ganske som ved foregaaende; Ydersiden har ogsaa det samme knudrede Udseende, af Ler og Sand med Smaasten.

C. Indersidens Forslagning er ikke særlig stor, stærkest forneden, men intetsteds er Væggen smeltet igennem. Det ejendommeligste ved Stykket er, at Gryderanden har været i Stykker og derefter er underkastet en Reparation. Antagelig ved et Slag er der frembragt et 3—4 cm dybt Skaar i Randen; det synes at være sket under Arbejdet, eller rettere Gryden er anvendt en lille Tid med Skaaret urepareret; Grydens Yderside omkring Skaaret ses nemlig at være paavirket af stærk Hede udefra, og det synes, som om det varme Materiale i Gryden er løbet ud igennem Skaaret og har voldt en begyndende Forslagning af Ydersiden. Inden næste Anvendelse af Gryden er Skaden repareret, idet man har klistret en tresidet Lap paa fra Grydens Yderside; til Reparationen er brugt det til Grydefremstilling sædvanlig anvendte graa, sandblandede Ler, men dog i en

noget mere finkornet og sammenhængende Stand end sædvanlig. — Efter Lapningen har Gryden igen været udsat for stærk Hede paa Indersiden, men Ydersiden af Lappen staar graa og jævn og danner en udtalt Modsætning til de omgivende Dele af den gamle Yderside.

D. Indersidens Forslagning er ikke særlig stærk, navnlig ikke i den øvre Del, hvor den kun er trængt faa mm ind i Grydesiden. Rustpletter og Trækul findes især i den nedre Del. Ydersiden er af det sædvanlige, graa Lermateriale, ujævnt og uforbrændt, hist og her med nogle mindre Partier af rødligt Ler, der ligesom det graa indeholder Smaasten.

E. Indersiden er stærkt forslagget, og langs hele Underkanten af det bevarede Stykke er Væggen gennemsmeltet. Paa Indersiden findes Aftryk af en Stang, formentlig en prismatisk Jærnstang, som er skubbet skraat ned langs Grydens Side, og derved har glattet en Flade paa ca. 4 cm's Bredde. Grydens Rand er skarp, lidt beskadiget. Ydersiden ganske som sædvanlig.

F. Indersiden er ret stærkt forslagget og blæret. Hele Underkanten af det bevarede Stykke er en Smeltningsrand, altsaa Væggen er smeltet igennem. Sidebegrænsningerne er Brud. Rustpletter og Trækulrester ses, endvidere et noget utydeligt Mærke efter en 4 cm bred, prismatisk Jærnstang, der har været stukket skraat ned langs Indersiden af Gryden, medens denne var varm. Gryden synes at have været udsat for høj Temperatur, efter at dette Mærke er dannet, hvorved det er blevet noget udvisket. Overkanten er 3 cm bred og kun svagt indadskraanende; Grydevæggen naar i Almindelighed først sin største Tykkelse nogle cm under Mundingen, men her er den tykkest allerede 1 cm under Randen. Ydersiden er grov, revnet, af Ler iblandet groft Sand samt Smaasten. Endvidere findes Rustpletter og utydelige Aftryk af forskellige Plantedele, navnlig Blade.

G. Indersiden er ret jævn, men har i temmelig stor Ud-

strækning været draabeflydende. Langs største Delen af Underkanten er Væggen smeltet igennem. Næsten ingen Trækul; faa Rustpletter. Randen er skarp og fast; 3—4 cm under den naar Væggen sin fulde Tykkelse. Ydersiden er ret jævn; som sædvanlig indeholder den Smaasten.

H. Indersiden har, navnlig for neden, været draabeflydende, og Væggen er et Sted smeltet igennem. Den nederste Del af Indersiden er ujævn paa Grund af Smeltning. Randen er skarp, men noget skaaret. Væggen naar sin fulde Tykkelse 2—3 cm under Mundingskanten. I Ydersiden er det sædvanlige, graa Materiale fremherskende, ogsaa er pletvis iblandet rødligt og gult Ler samt flere Smaasten.

I. Inderfladen for neden noget ujævn ved Smeltning; der ses ret store Blærer. Væggen er smeltet igennem; Randen er skarp og velbevaret. Væggen naar sin fulde Tykkelse 2 cm under Randen. Ydersiden ret jævn.

K. Indersiden forneden smaablæret. Foroven lidet forslagget med mange Trækulrester, Randen noget beskadiget. Derved fremkommer en Profil af Grydesiden lige inden for den yderste Rand, som viser en tydelig Modsætning mellem det grove, graa, revnede, sand- og stenholdige Lerlag, som danner Grydens Yderside, og en indre Beklædning af et sort, tæt og ret finkornet, stenfrit Materiale, der udgør et vel afglattet Dobbeltlag paa Grydens Inderside. Denne Udforing er i selve Randen 3—4 mm tyk, 2—3 cm nede 10 mm tyk; i denne Dybde er Forslagningen dog saa stærk, at Grænsen mellem Yderlag og Udforing er utydelig.

L. Indersiden er forneden stærkt forslagget, foroven langt mindre. 8 cm neden for Grydens Rand, omtrent midt i Grydefragmentet, findes et skraat Aftryk af en prismatisk Stang, 1 cm bred. Kun 2 cm af Aftrykket er bevaret. Mange Rustpletter og Trækulrester. Randen ligesom ved Stykke K noget beskadiget; den viser følgende Bygning af Grydesiden: Udforingen er her 11 mm tyk, og der kan i denne ad-

skilles 3 Lag af omtrent samme Tykkelse, inderst et sort, finkornet og tæt, stenfrit Lag, som i hvert Fald for største Delen bestaar af Ler, dernæst et graat, ligeledes finkornet og stenfrit Lerlag, og saa et nyt, sort Lag af samme Konsistens som det inderste.

M. Ved et andet, mindre Randstykke ses ligeledes en Udforing med et finkornet Lag af 1 cm's Tykkelse.

Kjellerup Forekomst Nr. 18:

	Grydens Radius	Rectificeret Randlængde	Randstykkets Højde	Væggens Tykkelse
A	29 cm	28 cm	15 cm	3 cm
B	23 -	27 -	15 -	2—5 -
C	25 -	20 -	14 -	2—3 -
D	28 -	22 -	17 -	4 -
E	22—23	15 -	20 -	1—3 -

A. Indersiden er ret stærkt forslagget, navnlig forneden, hvor Væggen er smeltet helt i Stykker. Smaa Trækulrester og mange smaa Rustpletter. Randen er skarp og vel bevaret. Ydersiden bestaar af groft Ler med mange Smaasten, mest Flint.

B. Indersiden er forneden stærkt forslagget og paa Midten størknet i en ganske jævn Flade. Ved den ene Kant er Karvæggen brændt igennem. Rustpletter. Rand og Yderside af sædvanlig Art.

C. Randen er afvigende formet, udbuet og indtil 4 cm bred; Vægtykkelsen er ellers kun 2—3 cm. Store Rustpletter paa Indersiden. Smaa Trækulaftryk. Ydersiden er som sædvanlig ikke forslagget, og kun i et Hjørne forneden er Forslagningen fra Indersiden trængt helt igennem. Der iagttages flere Smaasten, mest Flint, alle ildsprængte.

D. Indersiden er navnlig ved den ene Kant forneden stærkt forslagget og til Dels smeltet igennem; Underkant delvis trykket noget ind, antagelig paa Grund af Sidens Smeltning. Et enkelt Stykke Trækul. Ydersiden indeholder som sædvanlig Flintstumper og Kalksten, alle ildskørnede.

E. Formen noget afvigende, idet der findes en Indsnævring 4—5 cm neden for Grydens Rand. Tværmaalet synes at have været 44—46 cm. Hele Indersiden er nærmest glasagtig og sort; Rustpletter og enkelte Trækulaftryk ses. Ydersiden er foroven graa, forneden rød. Materialet er det sædvanlige.

F. Muligvis en Rand, men Forslagningen er saa vidt fremskreden, at den for Randen typiske, skarpe Skæringslinje mellem Inder- og Yderflade ikke kan erkendes. Tykkelsen indtil 6 cm. Stykket er meget forslagget og blæret; Rustpletter og Trækulrester ses. Ydersiden er meget ujævn, Materialet det sædvanlige.

Endvidere er indsamlet 4 mindre Randstykker med en Vægtykkelse paa ca. 2 cm og uden afvigende Karakterer af nogen Art samt 5 Stykker fra de nedre Partier, meget stærkt forslaggede fra Indersiden; Vægtykkelsen er 2—4 cm.

Grydebunde fra Kjellerup. A. Tværmaal 25 cm, Højde 7 cm. Bundens Yderside er nærmest kuglekalotformet og regelmæssig (Fig. 11). Forslagningen er trængt igennem langs hele Bunden, men af enkelte Smaapletter, som har modstaaet Ophedningen, kan det ses, at Materialet er ganske det samme som i Grydesiderne. Udenfor de nævnte Pletter er Bundens Yderside sort, nærmest glasagtig med en nubret Overflade; Indersiden har en ganske svag Hulning og er uregelmæssig blæret, i det hele med iøjnefaldende Spor af stærk Ophedning. Enkelte Trækulstumper og Rustpletter ses i Fordybningerne. Bundfragmentets Rande er fremkomne ved, at Grydesiden dels er afbrudt, dels helt bortsmeltet, hvad de glasagtig forslaggede Rande viser. Det synes, at Grydens Bund er bleven fyldt i nogle Centimeters Højde med en ret tyndflydende Slaggemasse, som ved Størkningen sammen med selve Bundvæggen har dannet den beskrevne Blok.

B. Tværmaal 20 cm, Højde 5 cm. Ydersiden har en nogenlunde regelmæssig Kuglekalotform. Forslagningen er

trængt igennem og har givet Overfladen det samme nubrede Udseende som anført ved Bund A. Langs den største Del af Randen er Blokken begrænset af Brudflader. Indersiden er svagt hul, Massen bærer Spor af at have været ret tyndflydende. Faa Rustpletter og faa Trækulrester ses.

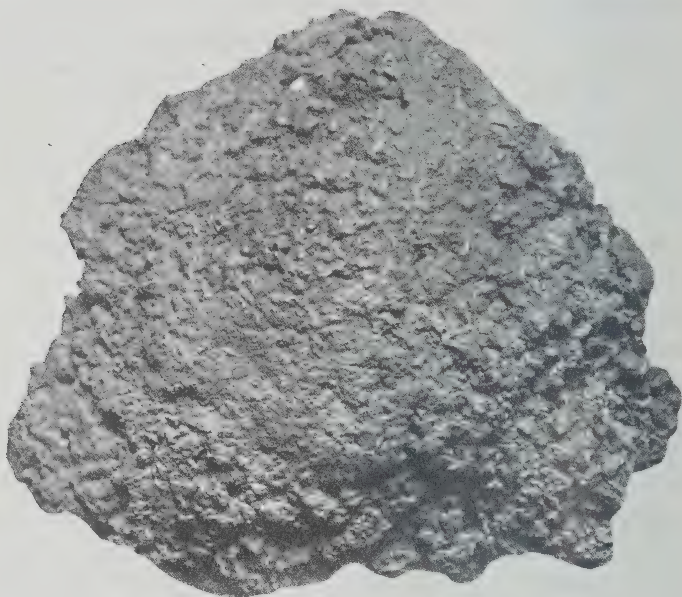


Fig. 11. $^1/_3$.

C. Tværmaal 17 cm, Højde 4 cm. Meget smuk og regelmæssig Kuglekalotform. Forslagningen er just lige trængt igennem. Randen er næsten kredsrund, fremkommen dels ved Smeltning, dels ved Brud. Indersiden viser som Helhed ingen Hulning, men er meget blæret.

D. Tværmaal 20—25 cm, Højde 6 cm. Kuglekalotformen er noget forstyrret ved Afstødningen af Smaaflager; Forslagningen er mindre fuldstændig end ved de forannævnte 3 Bundpartier. Materialet er af samme Beskaffenhed som Grydesidernes Yderlag, nemlig graat, groft, sandblandet

Ler med Smaasten. Randene er dels Brudrande, dels Smeltningsrande. Indersiden er uden Hulning, men som sædvanlig uregelmæssig blæret og bærer Præg af at være dannet ved Størkning af en tyndflydende Masse.

E. Tværmaal 15 cm, Højde 5 cm. Kuglekalotformen er nogenlunde regelmæssig, men Forslagningen meget stærk. Randen er næsten udelukkende Smeltningsrand.

F. Tværmaal 20 cm, Højde 6 cm. Ydersiden er kuglekalotformet, men ret stærkt forslagget, og har nogle Steder

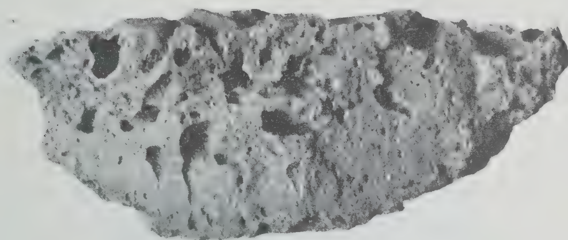


Fig. 12. 1/2.

været smeltet; der ses Smaagruber i den og nogle smaa Flintstumper. Randen er for Størstedelen Smeltningsrand, ellers Brudrand. Indersiden er uden Hulning. — Under Transporten revnede Blokken uheldigvis i 3 omtrent lige store Stykker, men paa de friske Brudflader (Fig. 12) iagttoges da, at der er en nogenlunde skarp Grænse mellem selve den forslaggede Grydebund og et Slaggemateriale, som er smeltet ned i den og har udfyldt den nederste Del af Gryden, hvor det ved Størkningen har faaet en nogenlunde plan Overflade. Selve Grydebunden viser en graa, smaablæret Brudflade, medens den nedsmeltede Slaggemasse er sort og storblæret. Henimod Randene udviskes Grænsen imellem de to Lag.

Grydebunde fra Silkeborg. Ogsaa i Silkeborgfundet var en Mængde Rester af Grydebunde, næsten alle stærkt forslaggede og saaledes lidet modstandsdygtige over for ydre

Paavirkning. Kuglekalotformen var let kendelig, men en nøjagtig Maaling af Krumningsforholdene lod sig ikke udføre. Disse synes dog at være af samme Type og Form som ved Kjellerupbundene.

Blæsetude. Paa Udvindingsplads Nr. 18 optoges adskillige Brudstykker — ialt 92 — af nogle ejendommeligt formede Lerindretninger, der maa tydes som den Tud, der førte Luften fra Blæsebælgen ind i Ovnen (Fig. 13—15). Materialet er Ler, som paa Grund af den voldsomme Ophedning er brændt stærkt sammen. Inderfladen er i Regelen jævn, foret med fint slemmet Ler (Fig. 13 og 14), Yderfladen derimod i høj Grad forbrændt (Fig. 15). I Regelen er kun bevaret en Del af Stykkernes yderste Rand.

Spidsen af Tuden er kegleformet, med en Topvinkel paa 30—60°. Væggens Tykkelse synes at variere, men lader sig vanskelig bestemme nøjagtigt paa Grund af Omdannelserne ved Ophedningen; i Regelen ligger den mellem 10 og 20 mm. Væggen er i Mundingen indbøjet og danner en Krave, saaledes som Fig. 13 og 14 viser. Vinkelen mellem Kraven og den kegleformede Væg ligger mellem 105° og 120°. Dimensionerne er følgende, maalte indvendig:

Lysningen i selve det Hul, hvorigennem Luften gik, kunde maales ved 21 Stykker; den var ved 3 Stk. 25 mm, ved 5 28 mm, ved 11 30 mm og ved 2 33 mm. Tudens Tværmaal ved Kraveombøjningen, som er meget skarp, kunde maales ved 40 Stykker; i 3 Tilfælde var den 48 mm, i 29 50 mm, i 4 52 mm og i 4 54 mm.

Ingen af de maalte Tude var fuldstændige. Af de fleste er kun godt Halvdelen af Omkredsen tilstede; i enkelte Tilfælde var dog omtrent hele Ringen omkring Blæsehullet bevaret, og disse Stykker viser, at Kanterne ud mod det manglende Stykke er stærkt forbrændte, medens de mindre Stykker enten i den ene eller i begge Ender har Spor af at være knækkede, ikke brændte over.

Disse Lertude har kun været lidet holdbare formedelst den relativt høje Temperatur, som har hersket lige ved Blæserørets Udmunding, og de er derfor idelig brændt i Stykker. Undertiden har man lappet dem, i hvert Fald fandtes en enkelt Tud med tydelige Spor deraf, men i Regelen erstattedes de med nye, saa snart de var brændt itu.


Fig. 13. 1/2.


Fig. 14. 1/2


Fig. 15. 1/2.

I Nr. 18 fandtes en Del Brudstykker af svagt koniske Lerrør, som var forslaggede paa den udvendige, men ikke paa den indvendige Side, og paa denne sidste saas Spor af en Udforing med fint, stenfrit Ler. Tværmaalet kunde skønnes at ligge omkring 10 cm, men Stykkerne var for smaa til nøjagtigere Udmaalinger. Disse Lerrør maa tydes som den brede Del af Blæsetude, og Grunden til, at de findes langt sparsommere end Spidser af

Tude, maa antagelig være, at disse ved at have været udsat for den høje Temperatur i Gryden er blevne langt mere modstandsdygtige over for Ødelæggelse end de brede Dele.

I et enkelt Tilfælde var bevaret ca. 15 cm af Tuden. Stykket viser den for Spidsen saa karakteristiske Kraveindbøjning og er stærkt forslagget paa Ydersiden. Det er lavet af et noget grovere Materiale end de andre Rester og er maaske af den Grund bedre bevaret. I den spidse Ende viser Stykket den sædvanlige Kegleform og en Udforing med fint Ler, der dog er noget mindre omhyggelig end ellers. Den brede Del udvider sig kraveformet 5—7 cm fra Spidsen, men Udbøjningen af Fladen er noget uens i Stykkets forskellige Dele. Dette Stykke har antagelig ikke selv fungeret som Luftkanal, men snarere været en Beskyttelseshætte, der har siddet uden om den egentlige Luftkanal, som muligvis har været af Metal; ikke usandsynligt har de ovenfor beskrevne Rande tilhørt lignende Hætter, altsaa ikke selv været luftførende, men kun tjent til Beskyttelse for den egentlige Luftkanal af Metal.

I Silkeborg-Egnen synes man ikke at have udvist samme Omhu ved Tildannelsen af Blæsetudene. Af Tudspidser som de under Kjellerupfundet beskrevne med den karakteristiske Kraveudbøjning fandtes her kun 3 Brudstykker. Der optoges en Del Rester af svagt kegleformede Lerrør, som var stærkt forslaggede paa den udvendige Side, men ikke paa den indvendige; denne er af stenfrit, fint Ler, men der fandtes ikke saa store Brudstykker, at Maaling af Størrelse og Form kunde foretages. De skønnedes dog i disse Henseender ikke at afvige i væsentlig Grad fra Kjellerup-Tudene. Det er næppe troligt, at Kraveudbøjningen har været almindelig anvendt; ellers vilde der utvivlsomt kunne paavises langt flere Rester af dette overordentlig karakteristiske Parti. Formen har sikkert her med enkelte Undtagelser (jfr. de 3 Fund af Kravebrudstykker) været sim-

pel kegleformet; om Lerrøret her har fungeret som Luftkanal eller kun som Beskyttelse for denne, kan ikke siges.

Egentlige Arbejdsredskaber er ikke fundne paa Udvindingspladserne, derimod enkelte Spor efter saadanne.

I den sydlige Del af Kjellerupforekomsten Nr. 18 og i Silkeborgforekomsten Nr. 47 var der en Strækning med kun faa Grydeskaar, hvorimod Indholdet næsten udelukkende var nøddestore, afrundede Slaggestumper, som bar Spor af at være hamrede. Deres Beliggenhed synes at angive det Sted, hvor en Efterbehandling af det vundne Materiale har fundet Sted.

De hyppigst forekommende Mærker efter Arbejdsredskaber er nogle Aftryk, som sporedes i stort Antal i Fundene Nr. 18 og 47 og sparsomt andetsteds, men kun i Forekomster fra Grydeteknikken. Disse Aftryk maa antages at hidrøre fra den ene Gren af en Tang eller fra en Krog. De er frembragte i den flydende Slaggemasse derved, at et koldt Legeme er stukket ned i Slaggen, som da er afkølet og har afsat sig som en Skal uden om det kolde Legeme. Aftrykkenes Størrelse varierer en Del, men Formen er nogenlunde ens, repræsenterende en prismatisk Jærnstang med en karakteristisk Krumning nogle faa cm inden for Spidsen. Afbøjningen fra den retlinjede Form er noget forskellig, 30—60^{0}, ligesom ogsaa det afbøjede Stykkes Længde veksler. Langt de fleste Aftryk hidrører fra den konkave Side af Stangen, er altsaa selv konvekse, men enkelte stammer fra den konvekse Side; disse er ujævne, medens Aftrykkene af den konkave Side er glatte og viser en nøjagtig og smuk, sammenhængende Afstøbning af Jærnstangen. Dette vidner om, at der er udøvet et Tryk med den konkave Side af Stangen, hvad enten nu dette Tryk er fremkommen ved, at de to Grene af en Tang er blevet presset mod hinanden, eller det er fremkommen ved, at den ombøjede Spids af Stangen er bleven presset ned under og op imod Kanten af en dejgagtig Slaggeblok.

I Kjellerupfundet ses i alt 14 Aftryk af Spidsen af Stangen, med følgende Ejendommeligheder.

1. 15 mm bag Spidsen er Bredden 38 mm. Krumningen begynder 20 mm inden for Spidsen. 20 mm inden for Krumningen er Bredden 30 mm. Tykkelsen i Krumningen 10 mm.

2—3. Ganske samme Dimensioner og Krumning som Nr. 1.

4. Der er fattet 2 Gange med Stangen. Aftrykkets Bredde i Spidsen 30 mm. Krumningen begynder 25 mm inden for Spidsen. Kun bevaret til Begyndelsen af Krumningen. Tykkelsen i Spidsen 8 mm.

5. Bredde i Spidsen 30 mm. Krumningen begynder 22 mm fra Spidsen.

6. Bredde i Spidsen 30 mm. Ingen Krumning. Kun 25 mm bevaret.

7. Bredde i Spidsen 30 mm. Krumningen begynder 10 mm fra Spidsen.

8. Bredde i Spidsen 40 mm. Krumningen begynder 20 mm indenfor Spidsen.

9. Bredde i Spidsen 40 mm. Bevaret 30 mm inden for Spidsen, men ingen Krumning.

10. Spidsen er jævnt udtunget. 7—8 mm inden for den yderste Rand er Bredden 40 mm, 25 mm inden for Randen 48 mm. Krumningen begynder 30 mm inden for yderste Rand.

11. Spidsen er jævnt udtunget. 10 mm inden for Spidsen er Bredden 45 mm. Krumningen begynder 30 mm inden for Spidsen.

12. 10 mm inden for Spidsen er Bredden 38 mm. Krumningen begynder 25 mm fra Spidsen. Bredde i Krumningen 35 mm. 40 mm bag Krumningen er Bredden 30 mm. Stangens Tykkelse i Krumningen 11 mm.

13. Totallængde 70 mm. Bredde i Spidsen 35 mm. Krumningen begynder 40 mm inden for Spidsen. Stangens Tykkelse i Spidsen 10 mm og i Krumningen 12 mm.

14. Aftryk af den konvekse Side af Stangen. 10 mm inden for Spidsen er Bredden 40 mm. Fladen noget ujævn, konkav.

Desuden foreligger der en Del Aftryk, saavel konkave som konvekse, i hvilke Spidsen mangler, men som giver nogle Oplysninger om Stangens Bredde og Tykkelse, Krumning m. m.

15. Bredde 35 mm. Totallængde 70 mm.

16. Bredde 30—34 mm. Kanten ypperlig bevaret; den viser, at Stangens Tykkelse i Krumningen har været 13—15 mm. Totallængde 50 mm.

17. Bredde 30 mm. Totallængde 70 mm.

18. En Del af en Krumning viser, at Tykkelsen af Stangen har været 15 mm.

3 andre Stykker viser Tykkelser af Stangen paa 13, 15 og 16 mm.

Silkeborgfundet. Kanten af Stangen kan maales i 15 Tilfælde, og Tykkelsen derved bestemmes. I 2 Tilfælde er den 14 mm, i 3 13 mm, i 3 12 mm, atter i 3 11 mm, i 2 10 og i andre 2 9 mm. Udmaalingen af Stangens Bredde giver følgende Resultat udtrykt i mm:

Bredde	Længde	Alm. Bemærkninger
35	75	Svagt konkav.
40	67	I den ene Ende svagt konveks.
42	55	Spidsen delvis bevaret.
29	55	Svagt konkav.
30	51	Plan.
22	20	—
40	40	—
40	34	—
32	34	—
40	54	—
37	35	—
33	56	—
32	35	—

Aftryk af Stangens Spids er bevaret i en Række Tilfælde, men aldrig fuldstændigt. Den har været jævnt af-

rundet, ganske som ved Kjellerupstængerne. Ved nogle af Stængerne har Spidsens Trykflade dog ikke været ganske plan. Af en saadan Stang, der maa have været udstyret med to Knuder tæt ved hinanden i Nærheden af Spidsen, er truffet 3 Aftryk. To andre Aftryk med en stærkt bulet Flade, synes at hidrøre fra to Anvendelser af samme, afvigende formet Stang. Af en tredie, ligeledes uregelmæssig Stang er truffet eet Aftryk.

Paa Udvindingspladserne ved Silkeborg indsamledes ialt ca. 100 større Brudstykker af Stangaftryk og et lignende Antal mindre.

Grydernes Anvendelse. Nogen hel Gryde er ikke funden, men ved Hjælp af de foran anførte Fragmentmaalinger kan man nogenlunde rekonstruere en saadan (Fig. 16). Det maa nemlig anses for givet, at »Randene« og »Bundene« hører til en og samme Art Gryder. Dels er de lavet af samme Materiale, og Vægtykkelsen er den samme, dels er de stærkest forbrændt paa Indersiden. Ogsaa fremkommer ved simpel Forlængelse af Bundens Krumning en Gryde netop med de Dimensioner, som Randstykkerne angiver. — Som Tabellerne udviser, er Grydernes Tværmaal noget varierende; største og mindste maalte Tværmaal er henholdsvis 58 cm og 36 cm. Gennemgaaende er Kjellerupgryderne noget større end Silkeborggryderne, idet Gennemsnitstværmaalet for hine er 50,8 cm, for disse derimod 39,8 cm. Men ogsaa inden for den enkelte Forekomst varierer Grydetværmaal. Dette kunde muligvis til Dels hidrøre fra, at Gryderanden ikke har været nøjagtig cirkelrund. Ingen af de undersøgte Brudstykker viste dog nogen større Uregelmæssighed i Krumningsforholdene, saa man snarest maa opfatte Forskellighederne i Tværmaal som Udtryk for, at Grydernes Størrelse har varieret.

Grydernes Form maa paa det nærmeste have været, som Fig. 16 viser. Højden har sandsynligvis været 50—60 cm. Bunden har været rundet, Sidevæggenes Tykkelse gennem-

snitlig 3—4 cm. Materialet er en grov, graa, sand- og stenholdig Lermasse, men indvendig har denne grove Væg i hvert Fald foroven været foret med et Lag fint slemmet, stenfrit Materiale, som har dannet et smukt glattet, regelmæssigt Lag af ca. 1 cm's Tykkelse. Paa Grund af de med den stærke Ophedning følgende Omdannelser kan denne Udforing kun paavises i den øverste Del af Gryden, men den har antagelig strakt sig over hele Gryden, fordi hele Inderfladen, hvor Forslagning ikke er alt for stærk, viser en Jævnhed og Regelmæssighed i Formen, som vilde være vanskelig at opnaa med Ydersidens grove Materiale.

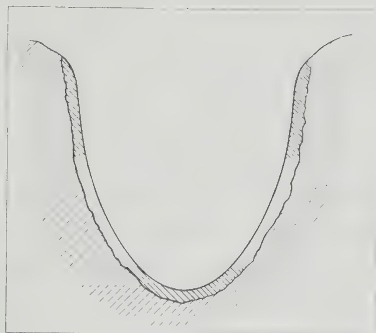


Fig. 16. Ca. 1/12.[1]

Det er saare karakteristisk og vigtigt at lægge Mærke til, at Gryderne kun har været udsat for stærk Ophedning inde fra, idet der aldrig kan spores anden Varmevirkning paa Ydersiden end den, der fra Grydens Indre er trængt igennem Væggen. Sandsynligvis er Gryderne blevet opvarmet flere Gange; i hvert Fald viser Randstykke C fra Silkeborgfundet Nr. 47, at Gryden, hvortil det har hørt, i det mindste to Gange er blevet ophedet.

Randstykkernes Sidekanter er i Regelen Brudrande, medens Underkant og de fundne Bundstykkers Overkant for en stor Del er Smeltningsrande. Grydernes Ødelæggelse er altsaa foregaaet dels ved Smeltning, dels ved Slag; denne Gennemsmeltning har fundet Sted fra en Zone ca. 15 cm under Grydens Overkant til en Zone 5—7 cm over Grydens

[1] De forefundne Dele af Gryderne — Rand og Bund — er skraverede.

Bund. I mange Tilfælde har dog Ophedningen af Bunden været saa stærk, at den er gaaet helt i Stykker, et Forhold, som navnlig er iagttaget ved Nr. 47. Det ligger da nær at antage, at Gryderne er blevet ophedet saa ofte og saalænge, de har kunnet taale det, d. v. s., indtil Væggen smeltede igennem, og Gryderne er da huggede i Stykker, kastede til Side og erstattede med ny.

I Litteraturen ses enkelte Steder omtalt Fund af tykvæggede, grove Lergryder mellem Jærnslagger, og der skal da her meddeles et ganske kort Referat af de Angivelser, jeg har truffet.

Schliz (1905) fandt i Neckardalen ved Bopladser fra La Tène-Tiden nogle Jærnslagger, og sammen med dem Brudstykker af Digler eller Gryder lavede af fint Kvartssand »mit feuerfestem Ton«; »ein Anstrich mit dünnem weisslichen Tonbrei schloss etwaige Poren«. (Senere Forsøg viser, at de ikke er ildfaste. Olshausen 1909). Grydernes Tværmaal er i Overkanten 13,2 cm, Højden 18 cm, og Vægtykkelsen ca. 2 cm. Forslagning er kun foregaaet paa Indersiden. Forfatteren tænker sig disse Digler anbragte nedgravet i Bunden af en Ovn, hvori der behandledes enten Malm eller »im Handel erworbene Rohgussstücke«. Fremdeles antager han, at Jærnet smeltede og flød ned i Bunden af Diglerne, og at disse da har tjent til Opsamling af Raajærn. Hele denne Fundberetning og i Særdeleshed Tydningen har Olshausen i 1909 underkastet en Kritik, som jeg fuldt ud kan tiltræde. Den gaar i Hovedtrækkene ud paa følgende: Jærnet smeltede ikke, og der blev ikke dannet Raajærn, og som Følge deraf kan Jærnet heller ikke være flydt ned i Diglerne. Af disses Anvendelse kan Olshausen iøvrigt ikke give nogen Forklaring, men han mener at kunne sammenligne Processen med en af v. Luschan omtalt Fremgangsmaade hos Negrene i Togo, der bestaar i, at Luppedele bliver sammenbundne med Plantetrevler, om-

givne med en Lerkappe og derefter opvarmede og svejsede sammen.

Hostmann (1880) nævner Fund af almindelige Lerkarskaar mellem Slaggerne, men tilføjer saa: »Auffallend und anderweitig kaum beobachtet, sind die Scherben von sehr dicken, mutmasslich als Kochgeschirr verwendeten Gefässen aus einem so stark mit Asche versetzten Thon, dass die Masse ein ganz bimssteinartiges Ansehen erhielt« (citeret efter Beck I p. 638).

Wankel omtaler i sin Afhandling af 1879 nogle ejendommelige Genstande, som i hvert Fald til Dels synes at være analoge med de jydske Gryder, men det er vanskeligt at holde Iagttagelse og Tydning ude fra hinanden, og Tydningen lider stærkt under en Fantasifuldhed, som ikke har det fornødne Grundlag af teknisk og almindelig naturvidenskabelig Forstaaelse. Om Enkeltheder skal jeg henvise til kritiske Bemærkninger ved Beck (1880 og 1891 I p. 632) og Olshausen (1915), to Forfattere, som har øvet fortrinlig Kritik over for den Mangel paa teknisk Forstaaelse, der i saa høj Grad har præget og præger en stor Del af Litteraturen om primitiv Jærnudvinding.

Der foreligger saaledes i hvert Fald 3 Beretninger om Fund af store Gryder eller Digler af Ler og Sand imellem Jærnslagger, og desuden taler adskillige andre Forfattere om Fund af grove Lerkarskaar, der dog ikke er beskrevne med en saadan Udførlighed, at det kan afgøres, om Karrene er af lige omhandlede Type eller ikke. De af Schliz fundne Gryder maa antages at være analoge med Gryderne fra Kjellerup og Silkeborg; om det samme er Tilfældet med de af Hostmann og Wankel fundne, lader sig derimod ikke med Sikkerhed afgøre, men en Analogi er i hvert Fald ikke usandsynlig. Det samme gælder den af Bannbers (1922 Fig. 9 b) afbildede Ovntype fra Dalarna.

I den moderne Teknik anvendes Digler eller Gryder i enkelte Tilfælde til Reduktion af Jærnmalme, og i ret stort

Omfang til Kulning af C-fattigt Jærn, altsaa til Staalfremstilling, men Princippet i disse Anvendelser er, at Kulstof og Jærn eller Jærnmalm indesluttes i en Digel med tætsluttende Laag, som saa ophedes stærkt ude fra.. I Digelen dannes da rigelig CO, som udfører de forønskede Reduktions- eller Kulningsprocesser. Ejendommeligt nok findes den selvsamme Teknik anvendt i meget stor Maalestok i Kina og Mandschuriet, hvor navnlig v. Richthofen har iagttaget den og beskrevet den udførligt (v. Richthofen Bd. II p. 96, 104, 412—14, 436—37). En anden Brug af Digel kendes fra Afrika; her anbringes en enkelt Kæmpedigel i en sædvanlig, rørformet Lavovn[1] af Ler; i Digelen er Malm og Trækul, og Rummet uden om den fyldes med Træ, som ved sin Forbrænding opheder Digelen udvendig fra og betinger Reduktionsprocessen i dens Indre (Staudinger, Zeitschrift für Ethnologie 1909 p. 103). Fælles for disse Anvendelser af Digler i Jærnteknikkens Tjeneste er, at de ophedes ude fra, og alene denne Omstændighed gør, at en Sammenligning med de jydske Gryder er udelukket. Jeg skal derfor ikke her komme nærmere ind paa disse Forhold, saa interessante de iøvrigt end er.

Spørgsmaalet bliver da, hvilken Anvendelse disse jydske Lergryder har haft.

Allerede Fundet af Gryderesterne sammen med Jærnslagger gør det sandsynligt, at Gryderne paa en eller anden Maade har været anvendt under Jærnudvindingsprocessen, og denne Formodning bliver til Vished udfra følgende Iagttagelser. Et Tyndslibningspræparat udskaaret paatværs gennem en Grydeside viser, at Grydens Inderside er beklædt med et Lag, der bestaar af det binære Eutektikum, Olivin-Magnetjærn, altsaa just samme Materiale, som udgør Slaggen. Fremdeles ses det, at der i dette Lag ogsaa findes Korn af metallisk Jærn, og at Kornenes Antal og Størrelse tiltager

[1] Ved en Lavovn (tysk Tiefofen) forstaar jeg enhver Ovn til Jærnfremstilling, som ikke er en Højovn.

mod Bunden. Foroven er de ganske smaa og ligger spredt, men langs Grydens Bund bliver de talrige, og mange af dem har et Størstetværmaal af mindst 1 cm. Foroven sidder Jærnpartiklerne i Grydevæggens indre Flade, men dybere nede, hvor Grydevæggen helt eller delvis har været smeltet, er Jærnkornene sunket igennem og trængt helt ud til Ydervæggen. At Gryden har været brugt til Fremstilling af Jærn, er saaledes givet.

Visse Enkeltheder i Processen er noget uklare, men der kan dog fastslaas forskellige Stadier i dens Forløb. Grydens Yderside har været beskyttet lige til Randen, formentlig ved omhyggelig Nedgravning i Jord — en Foranstaltning, der blandt andet har medført en betydelig Nedsættelse af Varmeafgivelsen til Omgivelserne. At Gryden har været nedgravet, fremgaar af det Forhold, at Varmevirkningen er meget skarpt begrænset til Indersiden, og at Virkningen, bortset fra et enkelt, velbegrundet Undtagelsestilfælde, stopper op lige netop langs den ofte omtalte, skarpe Kant, der dannes af Skæringslinjen mellem Grydens Inder- og Yderflade. Luft er antagelig indblæst oven fra, i hvert Fald foreligger intet, som kunde tyde paa, at Luft er indført gennem Grydens Side, ligesaa lidt som gennem Bunden (sml. Bannbers 1922 Fig. 9 a og b).

Processens Forløb maa i Hovedsagen have været følgende: Gryden fyldtes med Trækul, som bragtes i Brand, hvorefter der ovenpaa den glødende Trækulmasse strøedes pulveriseret Myremalm; dette sank langsomt ned i Trækulmassen, og ved vekselvis Tilsætning af Trækul og Myremalm dannedes efterhaanden i Bunden af Gryden en Luppe. Denne blev trukket op af Gryden ved Hjælp af et Par flade, prismatiske Jærnstænger, der havde en Krumning nogle faa cm inden for den i Regelen noget udfladede Spids. Paa enkelte af Grydeskaarene ses, hvorledes man har skubbet denne Jærnstang ned langs Grydens Inderside og faaet den ombøjede Del anbragt under Luppen, hvorefter denne er

bleven trukket op. Dernæst er paa Stedet foregaaet en Udhamring af Luppen, hvorved der er frembragt en Mængde nøddestore, afrundede Slaggestumper. Gryden har haft mest Tilbøjelighed til at brænde i Stykker paa Midten; den øverste Del afgav nemlig Varme til Luften oven over, medens Bunden i Almindelighed beskyttedes af en tyktflydende Masse, der hidrørte dels fra de højereliggende Dele af Grydesiden, dels fra Malmen. Ved Størkningen dannede denne nedflydte Masse sammen med Grydebunden en kuglekalotformet Blok. Naar Gryden brændte i Stykker, erstattedes den med en ny.

Grydeteknikken har været anvendt paa følgende Udvindingssteder: Nr. 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26 og 39—47; fremdeles minder Slaggen fra Nr. 54 og 76 meget om de Slagger, der fremkommer ved Grydeteknikken, men ud fra det foreliggende Materiale kan det ikke bestemt fastslaas, om man har med den ene eller den anden Teknik at gøre. Størsteparten af de øvrige Slaggefund bestaar af Herdgrubeslagger, men for de mere sparsomme Funds Vedkommende er det vanskeligt, om ikke umuligt med Bestemthed at fastslaa Teknikkens Art.

IV. Ildstederne og deres Anvendelse.

I sit Arbejde af 1898 omtaler Sarauw Fundet af to Ildsteder ved Nortvig Nr. 62, hvor han antager, at Malmreduktion fandt Sted. Ildstederne var nogenlunde kredsrunde, ca. 1 m i Tværmaal, brolagte og stenomsatte, og paa dem fandt han de tidligere omtalte, formentlige Blæsetude. Tydningen af Ildstederne som Pladsen for Malmreduktion er dog næppe rigtig. Deres Overflade var meget ujævn, og der var ingen Antydning af en Fordybning i Midten. En ubetydelig Reduktion kunde maaske nok finde Sted paa et saadant Ildsted, men den vilde blive ganske minimal og medføre en Ødslen med Brændsel paa Grund af den urimelig store Varmeafgivelse til Omgivelserne; hvis noget af Massen kunde bringes til at smelte, vilde den løbe ned

mellem Brolægningens toppede Sten og ud til Siden. Formaalet med de primitive Ovnforanstaltninger er netop, ved simple Midler at formindske Varmeafgivelsen til Omgivelserne og at skaffe det fremstillede Produkt en jævn og ren Flade at ligge paa. Ingen af disse Betingelser opfyldes imidlertid af Sarauws Ildsteder, og saa vidt mig bekendt, kendes heller ikke noget sikkert Eksempel paa Anvendelsen af et saadant Ildsted til Reduktion af Jærnmalm. — Noget andet er, at Slaggen er ganske typisk Herdgrubeslagge af det tidligere beskrevne, storporøse Udseende, og at der imellem Slaggerne findes Rester af den Lerkaabe, hvormed Herdgruberne har været foret. Der kan da næppe være Tvivl om, at Slaggerne ved Nortvig er dannede i en Herdgrube.

Spørgsmaalet bliver derefter, hvilken Anvendelse nævnte to Ildsteder har haft. At de har været benyttede under Jærnfremstillingen, fremgaar af, at der paa Ildstederne og ved Siden af dem fandtes Jærnslaggestumper i Mængde.

Før en Tydning af Forholdene fremsættes, skal der gives en kort Beskrivelse af et Ildsted, som jeg paaviste ved Forekomst Nr. 47. I den østlige Rand af Slaggedyngen fandtes i 15—20 cm's Dybde et Ildsted, som desværre til Dels var opbrudt; tilbage laa kun 7—8 Sten af ret forskellig Størrelse og i uforstyrret Leje. De var anbragte saaledes, at deres nogenlunde plane Dele tilsammen dannede en ret jævn Ildstedsflade. Imellem Stenene var der Ler, som foroven var brændt til Tegl, men kun i nogle faa cm's Dybde; og paa dem laa smaa Stumper af Slagge og af Grydevægge, ligesom der iagttoges saavel Slagge- som Grydestumper fastsiddende i det teglbrændte Ler mellem Stenene. Oven paa Ildstedet laa endvidere en regelmæssig, ægformet Sten, indtil ca. 50 cm stor; den syntes at være en Del paavirket af Ild, stærkest i den ene Ende. Ildstedet var ca. 60 cm i Tværmaal, men det har utvivlsomt været større.

Den mest nærliggende Tydning af disse Ildsteder synes mig at være, at man har anvendt dem til Opvarmning af

Luppebrudstykkerne under Efterbehandlingen. Derved er der kommen Slaggestumper paa Ildstedet, og den af Sarauw fundne Tud har formentlig fungeret som Udførselskanal for en Blæsebælg, dog ikke for den Blæsebælg, hvorfra Luft tilføres Herdgruben, idet Kanalens Lysning (ca. 4 mm) er alt for ringe dertil; mulig kunde den derimod gøre Nytte under Opvarmningen af de 5—15 cm store Boller, som dannedes ved den første Udhamring af Luppebrudstykkerne, medens de endnu havde noget af Herdgrubevarmen i sig.

d. Udsmedning af Jærnet i Barrer.

Et Fund af betydelig Interesse gjordes i 1918 ved Randbøl 20 km Vest for Vejle, idet der ved Pløjning paa Skjærkølgaards Mark fremdroges en ejendommelig Jærngenstand; den erhvervedes af Gaardejer Mogens Jensen i Vandel.

Fundet er en ret stærkt forrustet Jærnklump, 4400 g tung og af en ejendommelig, dobbelt pyramidisk Form (Fig. 17). Den er 31 cm lang, tykkest ved Midten og tilspidset mod begge Ender; det tykkeste Sted ligger 17 cm fra den ene Ende, 14 fra den anden, Blokken er altsaa noget usymmetrisk. Tværsnittet paa det tykkeste Sted er et Rektangel med Sider paa 6 og 7 cm og med afstumpede Hjørner. I den længste Ende løber Genstanden ud i en 15 mm bred, 3—4 mm tyk Spids, hvoraf de yderste 4—5 mm er ombøjet og danner et Øje, som er rustet til; denne Ombøjning har medført, at Spidsen er spaltet lidt. Den korteste Ende bærer Spor af at være afkortet, antagelig ved to Hug, et fra hver Side og skraat udefter. Tværsnittet lige inden for Huggefladerne er 15 mm i Kvadrat.

Blokken maa tydes som en Jærnbarre. Dens Form har været bekvem til Transport, og denne er antagelig gaaet for sig paa den Maade, at en Rem blev slaaet om hver Ende af Barren, som da kunde hænges over en Skulder eller paa et Lastdyr. Formen har tillige været bekvem for Udsmedning og for Prøvning af Jærnets Kvalitet — en

Proces, som med Lethed kunde foretages ved Afhugning og Smedning af den ene Spids; antagelig stammer de paa den korte Ende værende Hugmærker fra en saadan Prøvning.

Jærnbarrer af den beskrevne Type er velkendte navnlig fra Mellemeuropa, hvorfra der haves en lang Række Fund dels af enkeltliggende Stykker, dels af Depoter. Et saadant Depotfund paa 26 Barrer blev i 1866 gjort af L. Beck i Monzenheim i Rhinhessen og er beskrevet i Nassauische Annalen Bd. XIV. Allerede tidligere var gjort Enkeltfund

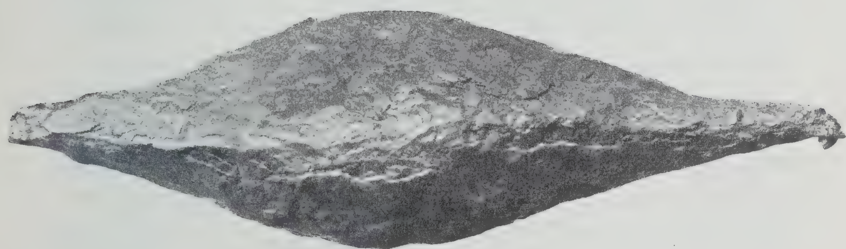


Fig. 17. 1/3.

af Barrer flere Steder i Mellemeuropa, men det er Becks Fortjeneste at have givet den rigtige Tydning af disse engang ret gaadefulde Genstande. Senere er fundet en betydelig Mængde Barrer af samme Type; angaaende Enkeltheder ved Fundene maa henvises til Kossinnas Oversigt over disse (1915). Deri anføres Fund af ialt ca. 350 Jærnbarrer fra Tyskland, Frankrig og Svejts.

Barrerne synes at optræde under to Former: en kort og tyk og en langstrakt, slank. Jærnbarren fra Randbøl er nærmest et Eksempel paa den korte Spidsbarretype.

Spidsbarrernes Alder har været stærkt diskuteret, men Formen har sikkert været anvendt i et ret langt Tidsrum. Der foreligger Fund utvivlsomt tilhørende La Tène-Tiden, og der er andre, som stammer fra den romerske Kejsertid. Derimod maa Kossinnas Angivelse af Fund af en Spidsbarre fra Hallstatt-Perioden modtages med Tvivl. Dels

savnes en nøjagtig Beskrivelse af den fundne, halve »Barre«, eller rettere det fremgaar ikke af Beskrivelsen, at det drejer sig om Halvdelen af en Spidsbarre, dels henleder den ganske vist noget uklare Figur, som Näbe (1915) giver af »Hallstatt-Barren«, absolut ikke Tanken paa en Spidsbarre, men langt snarere paa et Brudstykke af en Luppe. Den Omstændighed, at saavel Kossinna som Näbe foruden Ordet »Barre« tillige anvender Betegnelsen »Luppe« om den fundne Genstand, viser, at de ikke har forstaaet Forskellen mellem en Luppe og en Barre. Luppen er kun et Forstadium, medens Barren er det færdige Produkt, udsmedet i den internationale Handelsform.

Højst interessant er Place's Fund af et Jærnmagasin, bl. a. indeholdende Spidsbarrer, i Paladset i Khorsabad i Ninive. Desværre gik største Delen af det indsamlede Materiale tabt ved Skibbrud, men af den bevarede Del meddeles Beskrivelse (Tom. I 1867, p. 84—90. Pl. 71 Fig. 5, 6 og 7). Stykkerne stemmer paa det nærmeste med de mellemeuropæiske Spidsbarrer, men Størrelsen varierer noget; Fig. 5 er 32×7 cm, altsaa af Størrelse som Randbøl-Barren; Fig. 6 er 32×13,5 cm, Spidserne er korte, hele Formen plump; Fig. 7 er 52×14 cm, den ene Spids synes affladet, den anden krummet. Ejendommeligt for dem er endvidere, at der omtrent midt mellem Midten og den ene Spids findes en Gennemboring, med en Lysning paa ca. 2 cm. Place er dog ikke ret i Stand til at tyde Stykkerne; han formoder, det er Redskaber, men indrømmer, at en saadan Tolkning er meget tvivlsom. Det er først L. Beck (Beck I p. 134—36), som har givet den rigtige Forklaring af Genstandene.

Spidsbarrernes Udbredelse synes at være betydelig, og det maa antages at have været en af Oldtidens vigtigste Handelsformer for Jærn i den nordvestlige Del af Økumenens Jærngebet. Men det har næppe været den eneste. Det maa antages, at Jærn ogsaa er blevet forhandlet som færdigdannede Redskaber, der saa eventuelt kunde om-

smedes. Derfra er Skridtet til at sende Jærnet ud i Enheder, som ikke anvendes som Redskaber, men hvis Form er afledet af saadanne, ikke stort. Et Eksempel herpaa er de af Jan Petersen (1918) omtalte, smaa norske Jærnbarrer, som i hvert Fald til Dels synes at have udviklet sig af Øksen. Foruden ved Form udmærker de sig ved ringe Vægt, og den Mulighed synes da ret nærliggende, at man her har at gøre med en Jærnbarre af væsentlig anden Art end Spidsbarren, nemlig en Genstand, som har en anden og større »paalydende Værdi« end selve Metalværdien — altsaa en Art primitiv Mønt. Spidsbarren er derimod utvivlsomt kun en Handelsform, hvis Værdi er lig Metalværdien. Men enten nu Værdien af alle disse Oldtids-Barrer har været Metalværdien eller ikke, har de sikkert, i hvert Fald i ret betydelig Maalestok, tjent som Betalingsmiddel (Åkermann 1896, Jan Petersen 1918) — et Forhold, der ogsaa kendes i stor Maalestok fra Nutidens Afrika (Weule 1912 p. 91).

Desværre kan det ikke afgøres, om Randbølbarren er fremstillet i Danmark eller ikke. Dens Alder kan heller ikke bestemmes ud fra Fundforholdene, men i Mellemeuropa kendes Spidsbarrerne, saa vidt det ses, kun fra Oldtiden, og det turde da være sandsynligt, at ogsaa Randbølbarren stammer fra dette Tidsrum. Fundet viser i hvert Fald, at man har kendt Spidsbarrer her i Landet, hvad enten nu det fundne Eksemplar er indført eller skyldes hjemlig Industri; og naar man har kendt Formen, er det fremdeles sandsynligt, at det hjemlige Jærn er bleven udsmedet i den praktiske og internationale Spidsbarreform.

E. JÆRNUDVINDINGENS ALDER, UDBREDELSE OG OPHØR.

Det vanskeligste Punkt i Undersøgelsen af Slaggefundene i Jylland er Tidsbestemmelsen, og det er da ogsaa kun et Mindretal af Fundene, der nogenlunde kan dateres.

Fra den romerske Jærnalder hidrører følgende: Nr. 5,

7, 9, 11, 63 og 90 (Sophus Müller 1906) og Nr. 55 (?) (Sehested 1884). Noget yngre, fra Folkevandringstiden, er Fundet ved Rørbæk-Hovgaard Nr. 10 (Sophus Müller 1906), endvidere Nr. 62 (Sarauw 1898) og Nr. 36 samt sandsynligvis Nr. 37 og 38. Oldtidsfund er foruden de nævnte tillige Nr. 1, 2, 3, 4, 60, 61, 65, 73, 74, 79 og 91 og sandsynligvis Nr. 12. I Nr. 47 er fundet Skaar af Lerkar, hvis Ydre tyder paa, at de er fra Oldtiden, og fra Nr. 18 stammer et Par Lerkarskaar, som nærmest er af middelalderlig Karakter. Med Sikkerhed kan altsaa 22 Fund henføres til Oldtiden, medens 3 er lidt tvivlsomme Oldtidsfund. Fortsatte Undersøgelser vil antagelig bringe flere Tidsbestemmelser for Jærnudvindingen, men langt de fleste af de beskrevne Forekomster er saa forstyrrede, at en Tidsbestemmelse selv ved en meget omhyggelig og indgaaende Undersøgelse næppe er mulig.

Som Helhed gør Grydeteknikken Indtryk af at være yngre end den egentlige Herdgrubeteknik, idet Forstyrrelsen gennemgaaende er mindst for »Grydefundenes« Vedkommende; noget bestemt kan dog ikke siges herom, da intet Grydefund sikkert lader sig tidsfæste. Den Omstændighed, at der blandt Nationalmuseets Bopladsfund fra Jærnalderen, saavidt det ses, ikke findes noget som helst Spor af »Grydeteknik«, kunde ogsaa tyde paa, at denne ikke har været kendt i Oldtiden.

De anførte Tidsbestemmelser viser altsaa, at man allerede i den romerske Jærnalder har kendt Kunsten at udvinde Jærn, og at den ogsaa har været drevet i Folkevandringstiden i ret stort Omfang. Nyrops Undersøgelse af Lensregnskaberne har endvidere godtgjort, at Udvindingen hørte op omkring Aar 1600, og da der ikke er Grund til at antage, at Jærntilvirkningen i længere Tid har været afbrudt, kan man sætte Jærnudvindingstiden i Danmark til ca. 1600 Aar, nemlig Tiden mellem Christi Fødsel og Aar 1600.

De fra Oldtiden hidrørende Udvindingspladser er nogenlunde jævnt fordelt over Nørrejylland. Betragter vi derimod alle de paaviste Forekomster under eet, ses det ejendommelige Forhold, at ikke mindre end 70 af de 91 Udvindingssteder ligger i umiddelbar Nærhed af den store midtjydske Israndslinje. Som allerede tidligere berørt, maa det dog fremhæves, at Fordelingen af de paaviste Udvindingssteder kun med nogen Tilnærmelse kan antages at give et rigtigt Billede af Produktionsforholdene. Dels virker Forstyrrelsen af Forekomsterne ulige stærkt i de forskellige Egne, dels har jeg haft bedst Lejlighed til at undersøge Midtjylland; som Følge deraf er det at vente, at Produktionen har været noget mere jævnt fordelt, end Kortet viser. I det hele og store er Fordelingsbilledet dog sikkert rigtigt. Ved Hjælp af de historiske Kilder kan man endvidere danne sig et Begreb om Produktionens Fordeling i Slutningen af Jærnudvindingstiden. Fra Cantsler Claus Gjordsens Optegnelser vides det, at Ginding Herred paa Fred. I's Tid har svaret 100 Jærnkloder, men i Slutningen af det 16. Aarhundrede er der ikke svaret Jærnafgifter andre Steder i Jylland end i Silkeborgegnen.

Ved at sammenholde disse tre Fordelingsbilleder, Fordelingen i Oldtiden, Fordelingen i det 16. Aarhundrede og Fordelingen af alle de paaviste Udvindingspladser, faas følgende Helhedsopfattelse af Jærnudvindingens Udviklingsgang. I Oldtiden er der fremstillet Jærn over hele den nørrejydske Halvø, men efterhaanden er der sket en Koncentration af Produktionen langs det midtjydske Randmoræneomraade. At dette iøvrigt er i god Overensstemmelse med de geografiske Forhold, fremgaar af følgende Betragtninger.

De naturlige Betingelser for den jydske Jærnproduktion er Myremalmen og Skoven. Som tidligere anført er Myremalmen i Vestjylland i Hovedsagen knyttet til Aadalene og til de store Eng- og Mosedrag, som ligger i Aaernes øvre

Afvandingsomraader. I det midtjydske Randmoræneland er Myremalmen knyttet dels til de mange, smaa, afløbsløse Fordybninger, dels til de vestlige Dele af de subglaciale Smeltevandsdale. I begge Omraader er Myremalmen en meget almindelig og udbredt Dannelse. I Østjylland er dens Udbredelse derimod forholdsvis ringe. Den østlige Grænse for Myremalmens hyppige Forekomst ligger altsaa noget Øst for den midtjydske Israndslinje.

Skovens vestlige Grænse har i Slutningen af Middelalderen antagelig ligget lige ved Israndslinjen, visse Steder dog noget vestligere.

De to Betingelser for Jærnudvinding har altsaa forskellig Udbredelse, idet Myremalmen i Hovedsagen har en vestlig Udbredelse, Skoven en østlig; men i det Bælte, hvor de to Omraader griber ind over hinanden, fremkommer begge Betingelser for en Jærnproduktion, nemlig god og rigelig Myremalm samt Skov, og i dette lange, smalle Bælte langs den midtjydske Israndslinje samles Jærnproduktionen i den sidste Del af Udvindingstiden, medens den i andre Egne af Nørrejylland ophører mod Vest og Nord antagelig paa Grund af Træmangel, mod Øst paa Grund af Myremalmens Sparsomhed.

Beliggenheden af de vestjydske Udvindingssteder Nr. 14, 66, 67, 75, 76 og 77 synes at være geografisk bestemt ved Vandløbene, men Antallet er for lille til, at en Regel kan fastslaas.

Udviklingen af den jydske Jærnfremstilling synes med andre Ord i det smaa at være bestemt af den samme almindelige Regel, som har været bestemmende for Udviklingen af Verdensproduktionen af Jærn: Produktionens Centralisering og Begrænsning til de Egne, der har de bedste, naturlige Betingelser.

Det er en almindelig Antagelse, at Jærnudvindingen i Danmark har været en medvirkende Aarsag til Skovenes Ødelæggelse. Man træffer den mangfoldige Steder i Litteraturen, i Regelen anført som en Kendsgerning uden nærmere Begrundelse. Til Eksempel kan nævnes følgende

Citater fra Hovedarbejderne om den danske Jærnudvinding. Langebek (1758) skriver p. 454, at en Ven i Jylland har meddelt ham følgende Efterretning: »Man vil og der have fundet vestigia af gamle Smelt-Ovne, men fordi desse Verker skulle have ødelagt Skovene rundt omkring, og Jorden, ved det den blev bar, er bleven med Flyvesand oversmøgen paa mere end en Mil Land, derforuden langt til Kjøbsteder, er de aldeles forfaldne uden at efterlade Haab om videre Oprettelse«. I Danske Atlas 1768, Tom. IV p. 24 skriver Pontoppidan: »Men som man har fundet, at saadane Verker har ødelagt Skovene og ikke lønnet Moden har man ladet dem fare og alene ladet Kiendetegn deraf til Efterkommerne«. J. C. Hald siger dog (1833 p. 22): »Naar disse Smelteovne forfaldt, og om det var af Mangel paa Skov eller af andre Aarsager vides ikke«. Ligeledes mener Nyrop (1878), at Skovene blev stærkt medtaget af Jærntilvirkningen og fremdrager fra forskellige Egne af Landet, navnlig Skaane og Vendsyssel, Forhold, der kunde tyde paa, at det allerede i det 15. og 16. Aarhundrede begyndte at tynde ud i Skovene; p. 143 siger han: »Kunde man bestemme, naar Jyllands store Skove ere forsvundne, havde man formentlig et fast Tidspunkt for, naar den jydske Jerntilvirkning er ophørt«. Endelig udtaler Dalgas (1883 p. 223): »Da det er sikkert, at Jærnindustrien blev drevet i Danmark før Kristendommens Indførelse, saa kunne vi trøstigt gaa ud fra, at denne Industri i ikke faa Aarhundreder har medvirket til Skovenes Undergang, indtil disse vare udtømte i det 16. Aarh.«.

Der synes altsaa at være nogenlunde Enighed om, at Jærnudvindingens Ophør med det 16. Aarhundredes Udgang var en Følge af Skovenes Forringelse, et Forhold, som for en væsentlig Del skyldtes Hugst til Jærnudvindingen.

En Betragtning af Kortet p. 95 viser, at Jærnudvindingens Centrum har været det midtjydske Randmorænegebet, i Særdeleshed Egnene mellem Nørre-Snede og Hald

Sø. Ogsaa i Vestjylland, baade paa Hedeflader og Bakkeøer, har man udvundet Jærn, men Produktionen har langtfra haft samme Omfang som i Midtjylland. Ødelæggelsen af de nørrejydske Skove synes dog i det 15. og 16. Aarhundrede ulige stærkt fremskreden i de forskellige Egne af Halvøen. Vendsyssel ses allerede tidligt at lide under Mangel af Træ; saaledes beklager 1498 Kong Hans sig over, at de kongelige Skove i Vendsyssel er svarligen forhugget (Nyrop p. 144). Ogsaa i Koldinghus og Skodborg Len synes Forholdene at have været slette; i hvert Fald udkom 1577 et særlig til Bønderne i disse to Len rettet Forbud mod at bygge Huse af Fjælletømmer eller med Bulvægge. Allerede 1554 var iøvrigt udgaaet en Forordning af lignende Indhold til alle Lensmændene i Nørrejylland (O. Nielsen: Malt Herred 1870 p. 171. Danske Samlinger 1. R. V p. 376). I Kristian III's koldingske Reces af 1558 hedder det fremdeles, at Kongen har erfaret, »at vore Undersaatter paa Landsbyerne have stor Brøst for Bygningstømmer til deres Huse og anden deres Gaards Behov desligeste for Brændeved«, og derfor tillades det dem at købe Tømmer og Ved »af dem, som det med Skib indføre for Kjøbstederne og udi andre smaa Havne« (Nyrop p. 145). Endelig har det sikkert ogsaa staaet galt til med Skovene i Vestjylland.

Hvad Skovene i det egentlige Jærnudvindingsomraade i Midtjylland angaar, skal følgende anføres. Dalgas's Undersøgelser 1883—85 viser, at der i disse Egne har været udstrakte Skove i Middelalderen, og de har holdt sig forholdsvis længe. F. Eks. har der været store Skove fra Vinderslev langs Hinge Aadalen og Gudenaadalen; mod Nord strakte de sig over Ilder og Ans til Højbjærgskov, mod Syd til Gravballegaards Skov, Kejlstrupgaards Skov og Hvinningdalskovene (sml. Mortensen 1920). Mod Syd stod disse Skove i Forbindelse med de store Skovstrækninger ved Thorsø, Ry, Salten, Tem, Bryrup, Addit o. s. v. Syd for Silkeborg er disse Skove ganske vist undergaaet

nogen Forringelse i de sidste 200 Aar, saaledes som f. Eks. en Sammenligning med Videnskabernes Selskabs Kort af 1771 viser, men Landskabet hører endnu til de skovrigeste i Landet; Rydningen er navnlig sket vestfra efter visse simple, geografisk bestemte Principper, som jeg dog ikke her skal komme nærmere ind paa, men Rydningen er mindst, hvor Jærnudvindingen synes at være bleven drevet i størst Omfang i hele Jylland, nemlig i Egnen mellem Silkeborg og Gjedsø. — Nord for Silkeborg er Hugsten foregaaet i betydelig større Omfang, dog ret sent. Dalgas meddeler, at man omkring 1850 ikke kunde komme uden for de dyrkede Agre uden næsten overalt at støde paa Krat, Stubbe og deslige, og han antager, at Rydningen for største Delen har fundet Sted i de sidste 300 Aar (sml. Mortensen 1920).

Den Omstændighed, at de store Skove har holdt sig i hvert Fald til det 16.—17. Aarh. i Randmoræneomraadet mellem Bryrup og Viborg, er sandsynligvis Grunden til, at dette er den Del af Nørrejylland, hvor Jærnudvindingen holdt sig længst, og det er rimeligt at antage, at dens Ophør i andre Dele af Nørrejylland er betinget ved Brændselsmangel. Denne Forklaring kan dog ikke gælde for Silkeborgegnens Vedkommende, da den stærke Skovreduktion her først begynder ved Jærnudvindingens Ophør.

Grunden til, at Danmark ved Aar 1600 ophørte med at være et jærnproducerende Land, maa sikkert søges i, at Jærnet andetsteds paa det Tidspunkt kunde købes billigere, end man selv kunde fremstille det. I det 15. og 16. Aarhundrede indtræder der nemlig store Prisfald paa Jærnmarkedet dels som Følge af tekniske Fremskridt, Jærnfremstillingen undergik i Mellemeuropa og Sverrig, dels som Følge af Forbedring af Samfærdselsforholdene. Prisfaldet fortsættes ind i det 17. Aarh., saaledes som allerede Nyrop p. 149 har antydet: »Afgjort synes det imidlertid, at en Klode Jern langtfra sættes til den Værdi i det 17. Aarhun-

drede, som den havde i det 16.«. Nyrop er derimod ikke bleven opmærksom paa, at dette Forhold kan have været Aarsagen til Jærnproduktionens Ophør.

Til Sammenligning skal betragtes Jærnproduktionens Udvikling dels i Skaane, dels i Norge omkring Aar 1600.

Den ældre Jærnproduktion i Skaane har været af samme Beskaffenhed som den nørrejydske, men der kendes meget lidt til den; først fra Tiden omkring Aar 1600 haves forskellige Vidnesbyrd om Jærnudvinding i Skaane. I det 16. og i Begyndelsen af det 17. Aarh. ejede Kronen et Jærnværk i Skaane, men dets Virksomhed synes at være ophørt omkring Midten af sidstnævnte Aarhundrede (Nyrop p. 128). 1637 fik Borgmester Hans Pedersen i Laholm Privilegium paa et Jærnværk i Torup Sogn ved den svenske Grænse (Nyrop p. 127). 1653 bevilgedes det Karen Lykke at opsætte en Mølle ved hendes Gaard i Snälleröd i Norra Åsbo Herred og i den at støbe Osmund af den Jærnerts, hun maatte finde udi nogle sure Kjær og Moser paa Kronens Grund i Herridsvad Klosters Len, samt af den Jærnerts, der maatte være paa hendes egen Gaard (Nyrop p. 129). 1646 fik Borger i København Jakob Petz Privilegium paa at opsætte en Hammermølle ved Ørkellynge i Nørre Aasbo Herred, Helsingborg Len, til at slaa Jærn med udaf det Osmund, som deromkring findes, et Privilegium, der tre Aar efter udvidedes til, at han maa lade »opsætte og bruge behørige Masovne, og derudi tillige med Osmund at lade smelte hvad Malm og Erts, som han deromkring finder«, og 1650 fik Jacob Petz og Medparticipanter Privilegium paa »at lade søge og optage Jernmalm og Materie i alle omliggende Søer, Moradser og Bjerge, hvor det paa vores og Kronens findes kan i bemeldte vort Land Skaane« (Nyrop p. 129—30). I Blekinge tillod Kristian IV 1616, at Elias Slichting lod anlægge et Hammerværk, »da der deromkring findes temmelig god Materie til at gjøre Jærn af« (Nyrop p. 131).

Disse Forhold oplyses endvidere gennem talrige i »Kan-

celliets Brevbøger« anførte Dokumenter fra det 16. Aarhundrede; bl. a. omtales her Gang paa Gang Kronens Jærnhytte i Skaane, der bestyredes af en Mester Hans og senere af hans Søn (f. Eks. 13/9 1539, 24/7 1551, 8/10 1552, 21/10 1552, 8/9 1553, 16/5 1555, 29/9 1559, 20/8 1560, 17/2 1570 o. s. v.).

Fremdeles var der Planer oppe om Anlæggelsen af et Bjærgværk ved Kullen (Kancelliets Brevbøger 23/4 1571), og 1580 ankom 12 Berggeseller med 2 Kvinder og 2 Drenge, som Kurfyrsten af Sachsen havde skaffet Kongen. De blev sendt over til Bjærgværkerne i Skaane for at sætte disse i Gang, »saa man bestemt kan faa at vide, om disse kunne faa nogen Fremgang eller ej« (Kancelliets Brevbøger 9/1 1580).

Den Industri, der her er Tale om, viser sammenlignet med den nørrejydske Jærnudvinding flere Ejendommeligheder. Dels er den i Opkomst og fremhjælpes af Kronen ved Privilegier, medens den nørrejydske er i Tilbagegang, dels er den Udvinding, der her er Tale om, efter den Tids Forhold Stordrift og ikke Bibeskæftigelse, saaledes som den jydske. Dog har der utvivlsomt allerede tidligere eksisteret en Jærnudvinding i Skaane, men om den høres intet, og den er antagelig tidlig gaaet til Grunde — hvad der dog ikke kan skyldes Træmangel, thi i saa Fald havde Kronen ikke kunnet fremhjælpe en ny Jærnindustri her.

Angaaende Forholdene i Norge anføres, ganske som her i Landet, i den ældre Litteratur, at Böndernes Jærnudvinding i det 16. Aarh. næsten fuldstændig ophørte, fordi Skovene udtyndedes ved det store Forbrug, som denne Virksomhed krævede. Ogsaa træffes her det samme Forhold som i Skaane, at der i det 16. og 17. Aarhundrede oprettedes en anselig Mængde store Jærnværker, i Regelen med betydelige Privilegier. Ca. 1530 anlagdes et saadant i Nærheden af Skien, 1574 fik Erik Munk Tilladelse til at rejse et Jærnværk, antagelig ved Arendal, 1610 grundlagdes Borum Jærnværk, og efter 1625 indrettedes en Mængde Jærnværker i det sydlige Norge. Det kan altsaa heller ikke her

være Træmangel, som fik Bønderne til at ophøre med Jærnudvindingen. Forskellige nyere Forfattere er da ogsaa fuldkommen paa det rene med tidligere Tiders Fejlsyn paa dette Punkt; f. Eks. siger Voght (1908 p. 45): »Man kan vistnok med tryghed sige, at om jernverkerne overhovedet aldrig havde eksisteret, vilde skovene ikke have været bedre nu end de er«.

Ogsaa i Norge og i Skaane maa derfor Ophøret af Bøndernes Jærnudvinding skyldes faldende Jærnpriser, hvad der ganske simpelt medførte, at Processen ikke kunde betale sig, fordi man kunde købe Jærnet billigere, end man selv kunde fremstille det. I det 15. og 16. Aarhundrede undergik nemlig den tyske Jærnproduktion en mægtig Udvikling (Freise 1911). Den steg stærkt, og Priserne faldt. Grunden dertil var, at der indførtes adskillige Forbedringer i Jærnudvindingsteknikken; Anvendelsen af store »Stückovne« og senere af Højovne blev almindelig, Brydningen af Bjærgmalme udvidedes, i Grubedriften gjordes Fremskridt, og man gik mere og mere over til Stordrift. Masseproduktionen af Jærn tog sin Begyndelse; som Følge deraf faldt Priserne, og det var det, som kvalte Hjemmefremstillingen af Jærn i alle de mere let tilgængelige Dele af Skandinavien.

Det var da ganske naturligt, at de skandinaviske Regeringer greb ind og forsøgte at undgaa Afhængigheden af de sydlige Naboer i Henseende til Forsyningen med Jærn. Sverrig var her forrest i Udviklingen. Allerede i Slutningen af det 16. Aarh. fremstilledes overvejende Raajærn i Sverrig, og den svenske Jærnproduktion steg stærkt (Nelson 1913). I Danmark og Norge forsøgte man ogsaa at følge med, og den Uddeling af Privilegier, som ovenfor er nævnt, er just et Led i disse Bestræbelser. Oprettelsen af Jærnværker fandt navnlig Sted i Skaane og i Norge. Ogsaa i det nuværende Danmark blev der gjort et Forsøg. 1580 fik Berggesellerne i Skaane Ordre til med det første at komme til Sjælland for at undersøge, om Bjærgværket ved Kronborg kunde faa

nogen Fremgang eller ej (Kancelliets Brevbøger $^{27}/_{2}$ 1580), og 1601 beskikkedes Povl Smelter til »i den nye Smeltemølle, som vi ved vort Slot Kronborg have ladet bygge . . . med Flid og uden Forsømmelse at skulle smelte og forarbejde den Jernerts og Malm, som nu der sammesteds udi Lenet er funden« (Nyrop p. 134, Kancelliets Brevbøger $^{25}/_{10}$ 1601).

Det vides ikke med Sikkerhed, om de Ovne, der saaledes opførtes i Skaane og ved Kronborg, har været Lavskaktovne eller Højovne. Sandsynligvis har det dog været Højovne. At det i hvert Fald har drejet sig om ret store Anlæg, fremgaar af følgende Brev til Morten Jensen og Hans Dreyer (Meyer), Toldere i Helsingør (Kancelliets Brevbøger $^{13}/_{7}$ 1601): »Da Kongen vilde lade en Jærnhytte opsætte ved Kronborg, hvilket vil nødvendiggøre en stor Udgift, skulle de af Toldboden betale, hvad der gaar med til denne Bygning, og føre det til Udgift i deres Regnskab«. Det viste sig imidlertid, at hverken Jærnværket ved Kronborg eller de skaanske Jærnværker kunde klare sig; derimod holdt de norske sig en rum Tid og bukkede for største Delen først under i Konkurrencen med det udenlandske Jærn i sidste Halvdel af det 19. Aarh. paa Grund af de stærkt stigende Træpriser.

Det kritiske Tidspunkt for Hjemmefremstillingen af Jærn baade i Danmark og paa den skandinaviske Halvø har altsaa været Slutningen af det 16. Aarh., og Grunden til Jærnudvindingens Ophør er overalt den samme, at det ikke kunde betale sig for Bønderne selv at fremstille Jærn. Kun i vanskeligt tilgængelige, tyndt befolkede Egne holdt de gamle Fremstillingsmetoder sig endnu en Tid. Iøvrigt havde man Valget mellem at opgive Stillingen som jærnproducerende Land eller at modernisere Produktionen og optage de Syd fra kommende Fremskridt. Sverrig spiller endnu en betydelig Rolle som jærnproducerende Land paa Grund af sine rige Forraad af gode Malme og Brændsel. I Norge

maatte man, som nævnt, i det 19. Aarhundrede ophøre med at producere, fordi Træet blev for dyrt, men langt tidligere havde det vist sig, at Danmark manglede Betingelserne for at kunne udnytte Fordelene ved Overgangen til Storproduktion. Derfor mislykkedes her Forsøget paa at følge med i Udviklingen ved at lægge Produktionen om fra Hjemmefremstilling til Stordrift, og derfor ophørte Danmark at være et jærnproducerende Land.

Ophavsmanden til den Forklaring, at den jydske Jærnfremstilling ødelagde Skovene og derved standsede sig selv, er Langebek, ca. 1750. Umiddelbart forud for dette Tidspunkt befandt Jærnindustrien i England og visse Egne af Mellemeuropa sig i en meget alvorlig Krise paa Grund af Trækulmangel, og dette var et af Tidens aller alvorligste økonomiske Problemer for de paagældende Lande. Det er da ganske naturligt, at Langebek, som sikkert var fuldt ud kendt med dette Forhold, har draget den Analogislutning, at det var den samme Vanskelighed, som havde ødelagt den danske Jærnproduktion. Paa Langebeks Autoritet har senere Forfattere uden nærmere kritisk Prøvelse taget Forklaringen for gyldig og rigtig. Ikke desto mindre maa vi i Følge det foran anførte udtale, at Grunden til den danske Jærnproduktions Undergang ikke var Træmangel, men Fænomenet maa ses som et Udtryk for den almindelige Regel, at Smaaproduktionen bukker under i Kampen med Storproduktionen.

F. SAMMENFATTENDE BEMÆRKNINGER.

Jærnfremstillingens Udviklingsgang kan fastlægges i følgende Oversigt: 1) Fremskridt i Anvendelsen af Malme, idet man gaar fra de udbredte Limonitmalme til de stærkt lokaliserede Bjærgmalme, 2) Fremskridt i Anvendelsen af Brændselet, idet man gaar fra det »udbredte« Trækul til det lokaliserede fossile Brændsel og 3) Fremskridt i Anvendelsen af Ovnforanstaltninger, idet man fra Lavovne gaar over til Højovne. Tilsammen muliggør disse 3 Systemer af tekniske Fremskridt Jærnudvindingens Udvikling fra udbredt Smaaindustri til centraliseret Storindustri.

Studiet af den danske Jærnproduktion er hidtil i overvejende Grad bleven drevet efter historiske Metoder; af disse Undersøgelser fremgaar det, at Jærnudvindingen i Danmark hørte op omkring Aar 1600. Arkæologiske Metoder er i mindre Omfang blevet anvendt og har vist, at man udvandt Jærn i Jylland saavel i Folkevandringstiden som i den romerske Jærnalder. Danmark har altsaa produceret Jærn i ca. 1600 Aar.

De her publicerede Undersøgelser er et Forsøg paa at konstatere, hvor og hvorledes den jydske Jærnproduktion har fundet Sted. Der er paavist 91 Fund af Jærnslagger i Jylland; disse Fund maa antages at betegne den nøjagtige eller omtrentlige Beliggenhed af et tilsvarende Antal Udvindingspladser. Langt de fleste af de paaviste Udvindingssteder ligger i det midtjydske Randmorænegebet, som maa antages at have været Centrum for Jærnudvindingen, navnlig i de senere Dele af Udvindingstiden. Udbredelsen af Udvindingsstederne synes at være geografisk bestemt ved Forekomsten af rigelig og god Myremalm og Skov.

Udvindingens Teknik er belyst ved Fremdragelse, Beskrivelse og Tydning af en Række Fund. Udvindingen har fundet Sted paa to Maader. For det første har man

anvendt den samme Herdgrubeteknik, som kendes fra Norge og Mellemeuropa. Ovnforanstaltningen bestaar af en Grube i Jorden af Form som en omvendt Keglestub; indvendig har Gruben været udforet med Ler. For det andet har man anvendt en hidtil lidet kendt »Grydeteknik«, idet Jærnet er udvundet i en i Jorden nedgravet Lergryde, som paa Indersiden har haft en Udforing med fint slemmet, antagelig kulblandet Ler. Det er i Virkeligheden en Slags Herdgrubeteknik, men i en specialiseret og antagelig senere Form end den første. Metoden er kun paavist med Sikkerhed i Egnene omkring Silkeborg. — Begge Metoder har kun givet ringe Udbytte. Slaggen er meget jærnrig og bestaar af Olivin og Magnetjærn. Den eneste Malm, som er paavist i Slaggedyngerne, er den faste Myremalm. Antagelig er den sat paa Ovnen i pulveriseret Form. Brændselet har været Trækul. Tørvekul er ikke fundet. Der er fundet en typisk, dobbeltpyramidisk Spidsbarre af Jærn. Dens Alder og Nationalitet kan ikke bestemmes, sandsynligvis stammer den fra Oldtiden.

Den danske Jærnproduktions Ophør med det 16de Aarhundredes Udgang skyldes formentlig Jærnprisernes Fald og ikke som tidligere antaget Træmangel. Danmark er et jærnproducerende Land, saa længe den europæiske Jærnudvinding er en udbredt Smaaindustri, men efterhaanden som den europæiske Produktion centraliseres og gaar over til Storproduktion, bukker den danske Jærnfremstilling under i Konkurrencen, sidst der hvor de bedste Betingelser er til Stede, nemlig i Silkeborgegnen; men der kan næppe være nogen Tvivl om, at den nørrejydske Befolkning i en stor Del af Oldtid og Middelalder selv har fremstillet største Delen af det til Vaaben og Redskaber anvendte Jærn af de indenlandske Raamaterialer: Trækul og Myremalm.

LITTERATURFORTEGNELSE.

ÅKERMANN, R.: Om den svenska järnhandteringens utvecklingsstadier; i Nordisk tidsskrift för vetenskap, kunst och industri 1896.

AARNIO, B.: Om sjömalmerna i några sjöar i Pusula, Pyhäjärvi, Loppís, Somermiemi och Tammela socknar; i Geotekniska meddelanden Nr. 20, Helsingfors 1918.

AGRICOLA, GEORGIUS: De re metallica. Basileae 1556.

AMBROSIANI, S.: Järnhantering i Värend. En bergsbok til Carl Sahlin, Stockholm 1921.

ANKERMANN, B.: Kulturkreise und Kulturschichten in Afrika (med Diskussion); i Zeitschrift für Ethnologie 1905.

BANNBERS, O.: Något om myrjärnshandtering i övre Västerdalarna samt Särna; i Jernkontorets Annaler 1922.

BAUMANN, A. C.: Om det i Sverige brukeliga koksmida; i Samlingar i Bergsvetenskapen 1806.

BECK, L.: Prähistorische Eisenschmelz- und Schmiedestätten in Mähren von Dr. Heinrich Wankel in Blansko (Ref. og Kritik); i Archiv für Anthropologie, Bd. XII, 1880.

BECK, L.: Antwort auf die Replik des Herrn Dr. Wankel; i Archiv für Anthropologie, Bd. XII, 1880.

BECK, L.: Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung I—V, Braunschweig 1891—1903.

BELCK, W.: Die Erfinder der Eisentechnik insonderheit auf Grund von Bibeltexten; i Zeitschrift für Ethnologie 1907.

BELCK, W.: Die Erfinder der Eisentechnik; i Zeitschrift für Ethnologie 1908.

BELCK, W.: Die Erfinder der Eisentechnik; i Zeitschrift für Ethnologie 1910.

BEMMELEN, S. M. v.: Les accumulations ferrugineuses dans et sous les tourbières; i Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, série II, tome IV, La Haye 1901.

BERNTSEN, ARENNT: Danmarckis oc Norgis Fructbar Herlighed, København 1656.

BLOM, OTTO: Nogle Iagttagelser angaaende Materialet i den ældre Jernalders Vaaben; i Aarb. f. nord. Oldk. og Hist. 1868.

Blümner, H.: Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern, I—IV, Leipzig 1875—87.

Bredsdorff, I. H.: Kort Efterretning om de seneste Foretagender ved Kalkværkerne i Dagberg Pastorat, samt om nogle mineralogiske Mærkværdigheder i Viborg og Ringkjøbing Amter; i Tidsskrift for Naturvidenskaberne V. Bd., København 1828.

Bulliot, J. G.: Fouilles de Bibracte; i Revue archéologique, nouvelle série, vol. 20—21, Paris 1869—70.

Bøggild, O. B.: Mineralogia Groenlandica; i Meddelelser om Grønland 32, København 1905.

Clarke, F. W.: The data of geochemistry; i United States geological survey, bull. 695, Washington 1920.

Dalgas, E.: Geographiske Billeder fra Heden I—II, 1867—68.

Dalgas, E.: Fortids- og Fremtidsskove i Jyllands Hedeegne; i Hedeselskabets Tidsskrift 1883—85.

Deecke, W.: Geologie von Pommern, Berlin 1907.

Deichmann: Historiske Efterretninger om Sølv-Verket Kongsberg; i Videnskabernes Selskabs Skrifter, Bd. 11, København 1777.

Deutsch-französisch-englisches Verzeichnis bergwirtschaftlicher Ausdrücke; i Bergwirtschaftliche Mitteilungen. Berlin 1911.

Egils Saga eller Fortælling om Egil Skallagrimsson, ved N. M. Petersen, 3. Udg., København 1901.

Ehrenberg, C. G.: Vorläufige Mittheilungen über das wirkliche Vorkommen fossiler Infusorien; i Poggendorffs Annalen, Bd. 38, 1836.

Evenstad, Ole: Afhandling om Jern-Malm, som findes i Myrer og Moradser i Norge og Omgangsmaaden med at forvandle den til Jern og Staal; i Det kgl. danske Landhusholdnings-Selskabs Skrifter, III, København 1790.

Fairbairn, W.: Iron and its history, properties and processes of manufacture, Edinburgh 1865.

Forchhammer, J. G.: Danmarks technisk vigtige Mineralprodukter; i Almeenfattelige Afhandlinger og Foredrag udg. af F. Johnstrup, København 1869.

Francois, J.: Recherches sur le gisement et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrenées, Paris 1843*).

Freise, Fr.: Die Gewinnung nutzbarer Mineralien in Kleinasien während des Altertums; i Zeitschrift für praktische Geologie, 14. Jahrg., 1906.

Freise, Fr.: Skizze des deutschen Bergbaues im sechszehnten Jahrhundert; i Bergwirtschaftliche Mitteilungen, Berlin 1911.

Friesen, O. v.: Osmundjärnet i språklig belysning; i Jernkontorets Annaler 1922.

Frobenius, L.: Und Afrika sprach, I—III, Berlin 1912—13.

GÄBERT, C.: Die Raseneisenerzlager bei Buchholz, Marklendorf und Mellendorf im unteren Allertal, nördlich Hannover, nebst Bemerkungen über Raseneisenerze im allgemeinen; i Zeitschrift für praktische Geologie, 23. Jahrg., 1915.

GEINITZ, E.: Raseneisenstein als Baumaterial; i Zeitschrift für praktische Geologie, 15. Jahrg., 1907.

GRABE, A.: Den gamla svenska osmundtillverkningen; i Jernkontorets Annaler 1922.

GREGERSEN, G.: Danske Jern- og Staalværker før og nu; i Tidsskrift for Industri 1920.

GRÖNWALL, K. A. og MILTHERS, V.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Bornholm; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 13, København 1916.

GURLT, AD.: Auffindung und Untersuchung von vorgeschichtlichen Metallgewinnungs- oder Hüttenstätten; i Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande, H. 79, 1885.

HALD, J. C.: Ringkjøbing Amt, København 1833.

HANNOVER, H. I.: Mekanisk Teknologi I—II, København 1912—15.

HARDER, E. C.: Iron-depositing bacteria and their geologic relations; i United States geological survey, Washington 1919.

(HARDING?): Forekommende Merkværdigheder, angaaende Lombs Præstegield i Guldbrandsdalen; i Danmarks og Norges oekonomiske Magazin, Bd. I, København 1757.

HARNICKEL, W. und DÜRRER, R.: Beiträge zur Kenntnis der Hochofenschlacken; i Stahl und Eisen 1917.

HAUSMANN: Ueber die Eisendarstellungsprocessen der Alten; i Schweigers Journal für Chemie und Physik, Bd. 14, Nürnberg 1815.

HEDIN, S.: Durch Asiens Wüsten, I—II, Leipzig 1905.

HEISE, A.: Diplomatarium Vibergense, København 1879.

HIORTHØY, H. F.: Physisk og ekonomisk Beskrivelse over Gudbrandsdalens Provstie i Agerhuus Stift i Norge, I—II, København 1785—86.

HOSTMANN, CHR.: Die ältesten Eisenschlacken in der Provinz Hannover, 1880*).

IRRESBERGER, C.: Chinesische Kochpfannen mit ausserordentlich geringer Wandstärke, i Stahl und Eisen 1916.

JARS, G.: Metallurgische Reisen, I—IV, Berlin 1877—85.

JESSEN, A.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladene Skagen, Hirshals, Frederikshavn, Hjøring og Løkken; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 3, København 1899.

JOHANNSEN, O.: Eine Anleitung zum Eisenguss vom Jahre 1454; i Stahl und Eisen 1910.

JOHANNSEN, O.: Chinesische Kochpfannen von ausserordentlich geringer Wandstärke; i Stahl und Eisen 1916.

JOHANNSEN, O.: Einige technische Bemerkungen zu Otto Olshausens Aufsatz über Eisen im Altertum; i Praehistorische Zeitschrift, Bd. 8, 1916.

JØRGENSEN, S. B.: Om Tørveforkulningen med specielt Hensyn til Danmark; i Videnskabernes Selsk. naturv. og math. Afh. XII, København 1846.

KANDT, R.: Gewerbe in Ruanda; i Zeitschrift für Ethnologie 1904.

KARSTEN, C. I. B.: Handbuch der Eisenhüttenkunde, I—IV, Berlin 1827—28.

KATZER, FR.: Die Eisenerzlagerstätten Bosniens und der Herzegovina, Wien 1910.

KINAHAN, G. H.: Irish metal mining in »Economic geology of Ireland«, i Journal of the royal geological society of Ireland, vol. VIII, Dublin 1887.

KJÆR, HANS A.: Fund af Smedeværktøj i Grave; i Aarb. f. nord. Oldk. og Hist. 1900.

KLEIVEN, I.: Jönnblaasning og myrmalm; i Syn og Segn, 18.Aarg., Oslo 1912.

KNUDSEN, S.: Cantsler Claus Gjordsens Optegnelser især om de danske og norske Lehn paa Kong Frederik den Førstes Tid; i Nye danske Magazin VI. Bd., København 1836.

KOLLMANN, P.: Der Nordwesten unserer ostafrikanischen Kolonie, Berlin 1898.

KOSSINNA, G.: Zu den vorgeschichtlichen Eisenbarren; i Mannus, Zeitschrift für Vorgeschichte VII, Würzburg 1915.

KOSSINNA, G.: Die illyrische, die germanische und die keltische Kultur der frühesten Eisenzeit im Verhältnis zu dem Eisenfunde von Wahren bei Leipzig; i Mannus, Zeitschrift für Vorgeschichte VII, Würzburg 1915.

LANGEBEK, J.: Anledning til en Historie om de Norske Bergverkers Oprindelse og Fremvext, Første Stykke; i Videnskabernes Selskabs Skrifter VII, 1758.

LAUNAY: Histoire de l'industrie minière en Sardaigne; i Annales des mines, série IX, tome I, Paris 1892.

LIESKE, R.: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie von Spirophyllum ferrugineum; i Jahrb. wiss. Botanik, Bd. 49, 1911.

LUSCHAN, F. v.: Eisentechnik in Afrika; i Zeitschrift für Ethnologie 1909.

LUX, FR.: Koksherstellung und Hochofenbetriebe im Inneren Chinas; i Stahl und Eisen 1912.

MADSEN, E.: Jylland i det 16de Aarhundrede, København 1914.

MADSEN, V.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Samsø; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 5, København 1897.
MADSEN, V.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Bogense; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 7, København 1900.
MADSEN, V.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Nyborg; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 9, København 1902.
MEINHOF, C.: Eine Studienfahrt nach Kordofan, Hamburg 1916.
MILTHERS, V.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladene Faxe og Stevns Klint; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 11, København 1908.
MOBERG, K. A.: Industrie metallurgique et carrières; i Fennia, Bulletin de la societé de géographie de Finlande, Helsingfors 1899.
MOLISCH, H.: Die Eisenbakterien, Jena 1910.
MONTELIUS, O.: Les temps préhistoriques en Suède et dans les autres pays scandinaves, Paris 1895.
MONTELIUS, O.: Wann begann die allgemeine Verwendung des Eisens?; i Praehistorische Zeitschrift, Bd. 5, 1913.
MORTENSEN, R.: Fra Hids Herreds Fortid; i Aarbøger udg. af Historisk Samfund for Aarhus Stift 1920.
MORTENSEN, R.: Jydsk Jærn. Nogle Smeltepladser; i Vejle Amts Aarbøger 1920.
MÜLLER, S.: Vor Oldtid, København 1897.
MÜLLER, S.: Bopladsfundene, den romerske Tid; i Aarb. f. nord. Oldk. og Hist. 1906.
NÄBE, M.: Ein eisenzeitlicher Depotfund von Wahren bei Leipzig; i Mannus, Zeitschrift für Vorgeschichte VII, Würzburg 1915.
NAUMANN, E.: Om järnets förekomstsätt i limniska aflagringar; i Sveriges geologiska undersökning, Årsbok 12, 1918, Stockholm 1919.
NAUMANN, E.: Södra og mellersta Sveriges sjö- och myrmalmar. Deras bildningshistoria, utbredning och praktiska betydelse; i Sveriges geologiska undersökning, Årsbok 13, 1919, Stockholm 1922.
NELSON, H.: En bergslaksbygd. En historisk-geografisk öfversikt; i Ymer 1913.
NICHOLLS, H. G.: The ancient iron trade of the forest of Dean, Gloustershire; i The archeological journal, vol. XVII, London 1860.
NIELSEN, O.: Harsyssels Diplomatarium, København 1893.
NORDENSTRÖM, G.: Anteckningar om svenska grufbrytningens ut-

veckling från äldre tider intill slutet af adertonde århundradet; i Jern-Kontorets Annaler 1877.
NYROP, C.: Dansk Jern; i Historisk Tidsskrift, 4. R. VI, 1877—78.
NYSTRÖM, E.: Torffrågans nuvarande ståndpunkt och närmaste utvecklingsmöjligheter; i Jernkontorets Annaler 1909.
NØRREGAARD, E. M.: Om Sømalmen og dens Anvendelse til Jern-Fremstilling; i Sten och Cement, Svensk tidsskrift för praktisk geologi, Stockholm 1916.
OBERHOFFER, P.: Das schmiedbare Eisen, Konstitution und Eigenschaften, Berlin 1920.
OLAFSEN, O.: Myrmalmssmeltning i Norge i ældre Tid, Risør 1916.
OLSHAUSEN, O.: Die angeblichen Funde von Eisen in steinzeitlichen Gräbern; i Zeitschrift für Ethnologie, Verhandl. 1893.
OLSHAUSEN, O.: Drei angebliche Eisenobjecte aus der zweituntersten Ruinenschicht von Hissarlik; i Zeitschrift für Ethnologie, Verhandl. 1897.
OLSHAUSEN, O.: Eisengewinnung in vorgeschichtlicher Zeit; i Zeitschrift für Ethnologie 1909.
OLSHAUSEN, O.: Über Eisen im Altertum; i Praehistorische Zeitschrift, Bd. 7, 1915.
OPPERMANN, A.: Vore Skove i Fortid og Nutid; i Danmarks Natur, København 1899.
PARK, MUNGO: Travels in the interior districts of Africa, London 1799.
PERCY, J.: Metallurgy II, iron and steel, London 1864.
PETERSEN, J.: Jernbarrer; i Oldtiden, Bd. VII, Kristiania 1918.
PLACE, V.: Niniveh et l'Asyrie I—III, Paris 1867—70.
PONTOPPIDAN, E.: Den danske Atlas, Tom. IV, København 1768.
Über Raseneisenstein als Baumaterial; i Zeitschrift für praktische Geologie, 15. Jahrg., 1907.
QUIQUEREZ, A.: Notice sur les forges primitives dans le Jura Bernois; i Mitteilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich, Bd. XVII, 1870.
QUIQUEREZ, M.: Notice historique sur quelques monumens de l'ancien Évêché de Bale; i Mitteilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich, Bd. II, 1844.
RATZEL, FR.: Anthropogeographie, I—II, Stuttgart 1909—12.
REAUMUR: L'art de convertir fer forgè en acier, Paris 1722.
RICHARD, T.: Études sur l'art d'extraire immédiatement le fer de ses minerais sans convertir le metal en fonte, Paris 1838*).
RICHTHOFEN, F. v.: China. Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründete Studien, Bd. I—IV, Berlin 1877—83.

ROGERS, G. S.: Baked shale and slag formed by the burning of coal beds; United States geological survey, professional paper 108 A, Washington 1917.

ROHRBACH, P.: Die deutschen Kolonien, Dachau 1914(?)

ROSEN, E. .v: Träskfolket, Stockholm 1916.

RUSSEL SMITH, I.: The story of iron and steel, London 1908.

RUSSEGGER: Reise in Ägypten, Nubien und Ostsudan, Stuttgart 1844.

RØRDAM, K.: De geologiske Forhold i det nordostlige Sjælland; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 1, København 1893.

RØRDAM, K.: Om Betingelserne for dansk Staalproduktion; i Ingeniøren 1894.

RØRDAM, K.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladene Kjøbenhavn og Roskilde; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 6, København 1899.

RØRDAM, K. og MILTHERS, V.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladene Sejrø, Nykjøbing, Kalundborg og Holbæk; i Danm. geol. Undersøgelse I. R. Nr. 8, København 1900.

R—z.: Om Betingelserne for dansk Staalproduktion; i Ingeniøren 1894.

SARAUW, G. F. L.: Lyngheden i Oldtiden. Iagttagelser fra Gravhøje; i Aarb. f. nord. Oldk. og Hist. 1898.

SCHETELIG, H.: Fortegnelse over de til Bergens Museum i 1909 indkomne saker ældre end reformationen; i Bergens Museums Aarbok 1910, Nr. 11.

H. S. (SCHETELIG?): En »blæsterhola« for myrjernsmeltning; i Naturen, R. 4, Aarg. 7, 1913.

SCHLIZ, A.: Die gallischen Bauernhöfe der Früh-La-Tène-Zeit im Neckargau; i Fundberichte aus Schwaben XIII, 1905*).

SCHREBER, D. G.: Beschreibung der Eisen-, Berg- und Hüttenwerke, zu Eisenaerz in Steyermark, Leipzig und Königsberg 1772.

SCHWARZ, v. F.: Turkestan die Wiege der indogermanischen Völker, Freiburg in Breisgau 1900.

SCHWEINFURTH, G.: Im Herzen von Afrika, I—II, Leipzig 1874.

SCHWEINFURTH, G.: Artes africanae, Leipzig 1875.

SCHYTHE, J. C.: Skanderborg Amt, København 1843.

SEFSTRÖM, N. G.: Om Osmundsjern. Ett bidrag till den äldre jerntillverkningens historia; i Jernkontorets Annaler 1845.

SEHESTED, N. F. B.: Archæologiske Undersøgelser 1878—81, København 1884.

SENFT, F.: Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen, Leipzig 1862.

The Shu King or the chinese historical classic, translated by W. G. Old, New York 1904.

Simonin, M. S.: De l'exploitation des mines et de la métallurgie en Toscane pendant l'antiquité et le moyen âge; i Annales des mines, 5. série, tome XIV, Paris 1858.

Solberg, O.: Beiträge zur Vorgeschichte der Osteskimo; i Videnskabs-Selskabets Skrifter II, Historisk-filosofisk Klasse 1907, Nr. 2, Kristiania 1908.

Steensby, H. P.: An anthropogeographical study of the origin of the eskimo culture; i Meddelelser om Grønland, Bind 53, København 1917.

Steenstrup, K. J. V.: Om de Nordenskiöldske Jærnmasser og om Forekomsten af gedigent Jærn i Basalt; i Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i København 1875, København 1876.

Steenstrup, K. J. V.: Om Forekomsten af Nikkeljærn med Widmannstättenske Figurer i Basalten i Nord-Grønland; i Meddelelser om Grønland, H. 4, København 1883.

Stuhlmann, F.: Mit Emin Pascha ins Herz von Afrika, Berlin 1894.

Stuhlmann, (F.?): Handwerke und Industrie in Ostafrika. — Abhandlungen des Hamburgischen Kolonialinstituts, Bd. I, Hamburg 1910.

Styffe, C. G.: Skandinavien under Unionstiden. Ett Bidrag till den historiska Geografien, Stockholm 1880.

Suffrian, A. H.: Raseneisenstein als Baumaterial; i Zeitschrift für praktische Geologie, 6. Jahrg., 1898.

Swedenborgius, E.: De ferro deque modis liquationum ferri per Europam, Dresdæ et Lipsiæ 1734.

Thorbecke, F.: Im Hochland von Mittel-Kamerun, Bd. 2—3, Hamburg 1916.

Trap, J. P.: Kongeriget Danmark, 3. Udg., Bd. IV—V, København 1901—04.

Tuxen, H.: Er Tiden moden til Paabegyndelsen af en Staaltilvirkning her i Landet?; i Ingeniøren 1894.

Ussing, N. V.: Mineralproduktionen i Danmark ved Aar 1900; i Danm. geol. Undersøgelse II. R. Nr. 12, København 1902.

Ussing, N. V.: Danmarks Geologi; i Danm. geol. Undersøgelse III. R. Nr. 2, København 1913.

Wankel, H.: Prähistorische Eisenschmelz- und Schmiedestätten in Mähren; i Mitteilungen der anthropol. Gesellschaft in Wien, Bd. VIII, 1879.

Wankel, H.: Replik auf das Referat des Herrn Dr. Beck in Biebrich über die Schrift »Prähistorische Eisenschmelz- und

Schmiedestätten in Mähren«; i Archiv für Anthropologie, Bd. XII, 1880.
VAUPELL, CHR.: De danske Skove, København 1863.
WEDDING, H.: Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. 2, Abth. 1—3, Braunschweig 1864—74.
WESENBERG-LUND, C.: Studier over Søkalk, Bønnemalm og Søgytje; i Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening VII, 1901.
WESENBERG-LUND, C.: Furesøstudier; i Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, Naturvidenskabelig og matematisk Afdeling 8. R. III 1; København 1917.
WEULE, K.: Die Urgesellschaft und ihre Lebensfürsorge, Stuttgart 1912.
WIESENER, A. M.: Om bøndernes jernsmeltning paa Voss i gamle dage; i Naturen, R. 4, Aarg. 7, 1913.
WILSE, J. N.: Reiseiagttagelser, Bd. V, København 1798.
WINOGRADSKY, S: Über Eisenbakterien; i Botanische Zeitung, Bd. 46, 1888.
VOGHT, I. H. L.: De gamle norske jernverk; i Norges geologiske Undersøgelse Nr. 46, Kristiania 1908.
ZIPPE, F. X. M.: Geschichte der Metalle, Wien 1857.

De med *) mærkede Arbejder har kun været tilgængelige i Referater.

THESES.

1. Ved Undersøgelse af forhistoriske Metalfund kan med Fordel anvendes metallografiske Metoder.

2. Det maa antages, at man allerede i Oldtiden har haft en bestemt Teknik til Fremstilling af Staal.

3. Det danske Skovlands Udbredelse er betinget dels ved historiske og dels ved geografiske Faktorer.

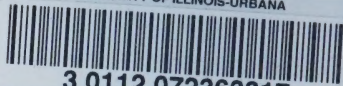
4. Af de historiske Faktorer er navnlig Besiddelsesforholdene af Betydning.

5. De geografiske Faktorer er dels Jordbundsforhold og dels Hældningsforhold, som navnlig for Jyllands Vedkommende spiller en stor Rolle.

6. For Økumenen før Nordboernes Rejser til Grønland og Nordamerika foreslaas anvendt Betegnelsen: Den prænorrøne Økumene.

7. Som Identificeringsmetode for Jærnslagger af primitiv Karakter bør anvendes mikroskopisk Undersøgelse af Tyndslibningspræparater.

INDHOLDSFORTEGNELSE.


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 072363317


17 50